

**Universidad Andina Simón Bolívar**

**Sede Ecuador**

**Área de Gestión**

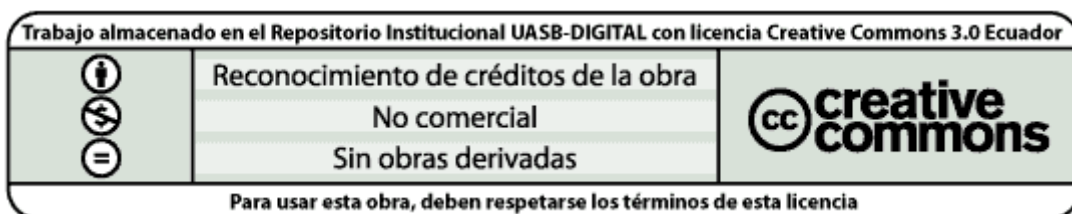
Programa de Maestría en Finanzas y Gestión de Riesgos

**El valor en riesgo condicional como herramienta en la gestión de  
riesgos del portafolio de renta fija de un fondo previsional  
ecuatoriano**

Autor: Dudley Alberto Morales Mora

Tutor: Xavier Carrillo L.

**Quito, 2015**



## **CLAUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN DE TESIS**

Yo, Dudley Alberto Morales Mora, autor de la tesis intitulada “El valor en riesgo condicional como herramienta en la gestión de riesgos del portafolio de renta fija de un fondo previsional ecuatoriano”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de magíster en Finanzas y Gestión de Riesgos en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Quito, 6 de noviembre de 2015

---

**Dudley Alberto Morales Mora**

## RESUMEN

La elaboración del presente trabajo “El valor en riesgo condicional como herramienta en la gestión de riesgos del portafolio de renta fija de un fondo previsional ecuatoriano”, responde a la necesidad de entender como la aplicación de la metodología del valor en riesgo condicional en un portafolio de inversiones de un fondo previsional ecuatoriano, conformado por títulos de renta fija, contribuirá al control del riesgo de mercado.

Se determinará la aplicabilidad práctica del uso del valor en riesgo condicional, en un portafolio de inversiones constituido por títulos de renta fija que se negocian en el mercado de valores, de un fondo previsional complementario ecuatoriano.

Se analizará la evolución del índice de rendimiento de la Bolsa de Valores como medida del rendimiento del mercado de los títulos negociados en el mercado bursátil y se determinará un portafolio de inversiones de renta fija con títulos negociados en ese mercado.

Por medio de la metodología paramétrica de varianzas y covarianzas se determinará el VaR y CVaR del portafolio y con la metodología no paramétrica de simulación histórica, se determinarán las ganancias y pérdidas diarias del portafolio y se estimará el VaR y CVaR de la distribución.

Se proponen parámetros y políticas que permitan estimar el riesgo de mercado utilizando el CVaR como medida complementaria que cuantifica las pérdidas que se pueden encontrar en las colas de distribución.

El CVaR se constituye en una medida que complementa al VaR ya que considera los valores que se encuentran en la cola de la distribución una vez superado el umbral del VaR.

Finalmente, se recomienda utilizar el CVaR como medida para cuantificar las pérdidas que podría sufrir un portafolio de activos financieros, ya que incorpora en un solo valor la pérdida esperada y la pérdida media inesperada de un portafolio, constituyéndose en un mecanismo de alerta temprana para la toma de decisiones que disminuyan el impacto de la potencial pérdida del portafolio.

Palabras clave: Riesgo de mercado; Fondos previsionales; Valor en riesgo VaR; Metodologías del valor en riesgo; Valor en Riesgo Condicional CVaR.

#### **DEDICATORIA**

A Judy, mi esposa, por su amor y fortaleza.

A Santy y Dany, mis hijos, para que les sirva de ejemplo en sus vidas.

A Carlos y Nidia, mis padres, por su infinito amor.

## Tabla de contenido

Introducción.....	10
Capítulo primero Gestión del riesgo de mercado en los fondos previsionales complementarios.....	12
1.1 Los fondos previsionales complementarios. ....	12
1.2 Justificación.....	13
1.3 Pregunta central.....	14
1.4 Objetivo general. ....	14
1.5 Objetivos específicos. ....	14
1.6 Hipótesis.....	15
1.7 Glosario de términos. ....	15
Capítulo segundo Marco teórico .....	18
2.1 El nuevo acuerdo de Basilea – Riesgo de Mercado. ....	18
2.2 Normativa de la Superintendencia de Bancos para las instituciones del sistema de seguridad social sobre los riesgos de inversión. ....	19
2.3 Resoluciones Superintendencia de Bancos sobre los Fondos Complementarios Previsionales Cerrados. ....	19
2.4 Conceptos de Riesgo. ....	22
2.5 El rendimiento. ....	23
2.6 El Índice de Rendimiento de la Bolsa de Valores de Quito. ....	23
2.7 La distribución normal. ....	24
2.8 La covarianza. ....	27
2.9 La correlación.....	27
2.10 La medición del riesgo financiero. ....	28
2.11 El Valor en Riesgo (VaR).....	31

2.12	Metodologías para el cálculo del VaR: Histórico, Paramétrico, Montecarlo.....	35
2.12.1	Modelos paramétricos.....	35
	• El valor en riesgo de un activo individual.....	36
	• El valor en riesgo de un portafolio de activos (método de varianza–covarianza o delta-normal) .....	36
2.12.2	Método no paramétrico o de simulación histórica.....	37
2.12.3	Método paramétrico simulación Montecarlo.....	38
2.13	El Valor en Riesgo Condicional.....	38
2.14	Las pruebas de <i>Backtesting</i> . ....	42
Capítulo tercero El CVaR como medida del riesgo de mercado.....		45
3.1	Los fondos complementarios previsionales cerrados en cifras. ....	45
3.2	Volumen, rendimiento promedio y plazo promedio de las negociaciones del mercado de valores ecuatoriano. ....	47
3.3	Evolución de la tasa activa, tasa pasiva e inflación en el período 2013-2014. ....	53
3.4	Evolución del Índice de Rendimiento de la BVQ 2013-2014.....	55
3.5	Definición de un portafolio de inversión de un fondo previsional negociado en el mercado de valores.....	58
3.6	Metodología para establecer el valor en riesgo del portafolio de inversión de los activos financieros de renta fija.....	66
3.7	El valor en riesgo paramétrico individual. ....	68
3.8	El valor en riesgo paramétrico del portafolio de activos financieros....	69
3.9	El valor en riesgo y el valor en riesgo condicional del portafolio de inversión por medio del modelo no paramétrico de simulación histórica. ....	74
3.10	<i>Backtesting</i> del modelo.....	78
Capítulo cuarto Conclusiones y Recomendaciones.....		81

4.1	Conclusiones .....	81
4.2	Recomendaciones.....	84
	Bibliografía.....	86

## Índice de cuadros

Cuadro 1 Volumen de activos de los fondos complementarios .....	46
Cuadro 2 Volumen de inversiones de los fondos complementarios.....	47
Cuadro 3 Montos bursátiles nacionales negociados .....	48
Cuadro 4 Volumen de inversiones a nivel nacional de renta fija de 2013 .....	50
Cuadro 5 Volumen de inversiones a nivel nacional de renta fija de 2014 .....	52
Cuadro 6 Volumen nacional negociado (en miles de dólares) .....	53
Cuadro 7 Análisis descriptivo de la distribución de Rendimientos del IRBQ ....	57
Cuadro 8 Características generales de los títulos del portafolio.....	58
Cuadro 9 Posición inicial del portafolio de activos financieros .....	64
Cuadro 10 Rendimiento del portafolio de activos financieros .....	65
Cuadro 11 Volatilidad del portafolio de activos financieros .....	65
Cuadro 12 Rendimiento y Volatilidad del portafolio de activos financieros .....	65
Cuadro 13 Volatilidades diarias individuales.....	67
Cuadro 14 VaR paramétrico individual con 95% de nivel de confianza.....	68
Cuadro 15 VaR paramétrico individual con 99% de nivel de confianza.....	69
Cuadro 16 Matriz de correlaciones del portafolio de activos financieros [C].....	70
Cuadro 17 Matriz de volatilidades del portafolio de activos financieros $\sigma$ .....	71
Cuadro 18 Matriz de Varianza - Covarianza del portafolio $\Sigma = \sigma C[\sigma]$ .....	71
Cuadro 19 Vector de pesos de los activos en el portafolio.....	71
Cuadro 20 VaR relativo y efecto diversificación con NC 95% y 99% .....	72
Cuadro 21 VaR y CVaR paramétrico con NC 95% y 99% .....	73
Cuadro 22 Análisis descriptivo de las pérdidas y ganancias del portafolio global 2013-2014.....	75
Cuadro 23 VaR y CVaR de las pérdidas y ganancias del portafolio global 2013 – 2014.....	77
Cuadro 24 VaR y CVaR Simulación histórica con NC 95% y 99% .....	77
Cuadro 25 Excepciones del VaR y CVaR NC 95% del portafolio global enero – julio 2015.....	79
Cuadro 26 Excepciones del VaR y CVaR NC 99% del portafolio global enero – julio 2015.....	79



## **Tabla de gráficos**

Gráfico 1 Rendimientos Esperados .....	29
Gráfico 2 El VaR con 95% de confianza estadística .....	34
Gráfico 3 Distribución de pérdidas y ganancias, VaR y CVaR.....	40
Gráfico 4 Distribución de pérdidas, VaR y CVaR .....	41
Gráfico 5 Monto nacional negociado - PIB.....	49
Gráfico 6 Evolución de las Tasas Activa, Pasiva e Inflación en el período 2013-2014 .....	54
Gráfico 7 Evolución del Índice de Rendimiento Bolsa de Valores de Quito .....	55
Gráfico 8 Evolución del Rendimiento diario del IRBQ .....	56
Gráfico 9 Histograma del rendimiento del IRBQ.....	57
Gráfico 10 Histograma de los rendimientos del título A Titularización Agripac	61
Gráfico 11 Histograma de los rendimientos del título B Obligaciones Banco Pichincha .....	62
Gráfico 12 Histograma de los rendimientos del título C Obligaciones Corporación El Rosado.....	62
Gráfico 13 Histograma de los rendimientos del título D Titularización La Fabril .....	63
Gráfico 14 Histograma de los rendimientos del título E bono del Estado .....	63
Gráfico 15 Evolución del rendimiento individual de los títulos del portafolio período 2013-2014.....	67
Gráfico 16 Evolución del valor del portafolio global período 2013-2014 .....	75
Gráfico 17 Histograma de las pérdidas y ganancias del portafolio global 2013 - 2014 .....	76
Gráfico 18 Backtesting del portafolio global enero – julio 2015 .....	80

## Introducción

Los fondos previsionales complementarios constituyen para sus afiliados, ahorros voluntarios que tienen como objetivo mejorar las prestaciones que otorga el seguro general obligatorio y cuya supervisión le corresponde a la Superintendencia de Bancos como órgano de control que establece las normas para su constitución, organización y funcionamiento.

Los recursos que administran estos fondos son canalizados productivamente de preferencia en la concesión de préstamos a sus propios afiliados y los excedentes no utilizados, son orientados en inversiones realizadas en el sistema financiero, en el mercado de valores o en otras alternativas de mercado, las cuales están expuestas a riesgos que surgen de su administración.

El riesgo de mercado es aquella contingencia de que ocurran pérdidas por efecto de las variaciones de las tasas de interés o precios de los activos financieros, por lo que surge la necesidad de cuantificar las potenciales pérdidas que pueden generarse por la administración del portafolio de inversión.

En la presente investigación se plantea la aplicación de la metodología del valor en riesgo como herramienta que permite cuantificar la máxima pérdida esperada, con un nivel de confianza y horizonte temporal determinado; y, la metodología del valor en riesgo condicional que permite cuantificar la pérdida inesperada, es decir, la pérdida media que puede producirse si se llega a alcanzar el VaR. Surge entonces la metodología del CVaR, como una medida que cuantifica las pérdidas que se pueden encontrar en las colas de distribución una vez superado el umbral del valor en riesgo, considerándose una medida más completa ya que cuantifica la pérdida esperada y la pérdida no esperada de un portafolio de activos financieros.

En el capítulo primero, se presenta el marco en el que se constituyen los fondos previsionales, las alternativas de inversión de esos recursos, la necesidad de medir el riesgo de mercado en la administración del portafolio de activos financieros, la pregunta por la cual se desarrolla la presente investigación y los objetivos que se pretende alcanzar.

En el capítulo segundo, se resume el marco teórico de los principales elementos para determinar el riesgo de mercado en la administración de portafolios. La

metodología del valor en riesgo que cuantifica la máxima pérdida esperada, con un nivel de confianza y un horizonte temporal determinado, puede ser calculado por medio del método paramétrico como el modelo delta normal o Montecarlo, o el método no paramétrico como el modelo de simulación histórica, los cuales se utilizan dependiendo de la forma de la distribución de la variable; a su vez, la metodología del valor en riesgo condicional, cuantifica las pérdidas que se pueden encontrar en las colas de distribución una vez superado el umbral del valor en riesgo.

En el capítulo tercero, se desarrolla el marco empírico, se presenta a los fondos previsionales complementarios en cifras, la realidad del mercado de valores ecuatoriano en cuanto al volumen negociado y rendimiento que ofrece por medio del análisis de la evolución del Índice de Rendimiento de la Bolsa de Valores como medida del mercado de valores. Se define un portafolio de activos financieros de renta fija y la metodología para establecer el valor en riesgo de la cartera de renta fija. Se determina el valor en riesgo y el valor en riesgo condicional del portafolio de activos de renta fija y se efectúa un análisis retrospectivo para comprobar las estimaciones obtenidas.

Finalmente, en el capítulo cuarto, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación, determinándose que por medio del valor en riesgo y valor en riesgo condicional, los administradores de los fondos previsionales pueden contar con una medida que permite cuantificar las pérdidas que podrían generarse en un portafolio de activos financieros por efecto del riesgo de mercado y establecer políticas que limiten esa exposición al riesgo de las reservas de los fondos previsionales.

## **Capítulo primero**

### **Gestión del riesgo de mercado en los fondos previsionales complementarios**

#### **1.1 Los fondos previsionales complementarios.**

Los fondos previsionales complementarios constituyen para sus afiliados ahorros voluntarios que tienen como objetivo mejorar las prestaciones que otorga el seguro general obligatorio, el cual es administrado por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

La Superintendencia de Bancos en el libro III.- Normas generales para instituciones del sistema de seguridad social; Título I.- De la constitución y organización de las instituciones que conforman el sistema nacional de seguridad social; en el Capítulo I, estableció las “Normas para la constitución, registro, organización, funcionamiento y liquidación de los fondos complementarios previsionales cerrados”, en dicha normativa se señala:

ARTÍCULO 1.- Los fondos complementarios previsionales cerrados - FCPC's se integran con el patrimonio autónomo constituido a favor de los partícipes a partir de su relación laboral con instituciones públicas, privadas o mixtas, o con un gremio profesional u ocupacional, para mejorar la cuantía o las condiciones de las prestaciones correspondientes al seguro general obligatorio, a través del ahorro voluntario de sus afiliados y el aporte voluntario de sus empleadores, de ser el caso, en los términos dispuestos por el marco jurídico vigente (SB 2014, 1).

En este marco, los recursos que gestionan los fondos previsionales, son invertidos productivamente, con el objetivo de contribuir a mantener el nivel de prestaciones que otorgan. Por tanto, las inversiones están expuestas a riesgos que surgen de su administración.

Los fondos previsionales necesitan medir los niveles de sus reservas para cubrir, entre otros, los riesgos de mercado, principalmente ante variaciones de la tasa de interés.

En los últimos años se han realizado diversos estudios para obtener medidas que gestionen eficientemente los riesgos a los que se enfrentan los inversionistas.

La administración de portafolios de inversión que realizan estas instituciones produce un aumento del ahorro interno en la economía, con lo que se dinamiza el mercado financiero. Sin embargo, en nuestro país el mercado de deuda ha sido principalmente mercado de títulos públicos, con lo que se ha limitado la inversión a este tipo de instrumentos y en menor medida a otros títulos de largo plazo del sector privado como la emisión de títulos de deuda que ha venido creciendo en los últimos años.

Esta ampliación del universo de títulos valores, conlleva a su vez a la exposición de nuevos tipos de riesgo, tornándose importante revisar y actualizar periódicamente los modelos de evaluación y control de la exposición al riesgo.

Los recursos que se administran, pertenecen a un grupo humano y deben ser administrados con la mayor prudencia y eficiencia, para lo cual deben utilizarse metodologías, buenas prácticas y técnicas que cuantifiquen y limiten la exposición al riesgo.

El Valor en Riesgo (VaR) es una metodología que tiene como finalidad medir cuanto puede perder un portafolio o una cartera en un período de tiempo determinado y con un nivel de confianza dado. Es una medida de gestión de riesgos, cuyo objetivo es la optimización de carteras que minimizan el riesgo de mercado. Sin embargo, esta medida ha sido criticada cuando las distribuciones de las pérdidas no se distribuyen normalmente, debido a la existencia de colas largas o por la falta de continuidad de las distribuciones, es por ello que el VaR condicional (CVaR), como medida de gestión del riesgo de mercado, ha sido utilizado para tratar de eliminar o disminuir esas deficiencias, por lo que se pretende utilizar esta metodología para cuantificar el riesgo en un portafolio de activos financieros pertenecientes a un fondo previsional ecuatoriano.

## **1.2 Justificación.**

Para los fondos previsionales en su calidad de inversionistas, es importante conocer el valor que se encuentra en riesgo al efectuar sus colocaciones y, por lo tanto, definir límites de exposición en la administración de sus inversiones, en condiciones normales de mercado o simular condiciones de escenarios de tensión (stress testing).

El Valor en Riesgo, es una metodología utilizada por administradores de portafolios para determinar el nivel de exposición de los activos financieros ante

fluctuaciones de la tasa de interés, por lo que, académicamente surge la necesidad de aplicar los conocimientos adquiridos para realizar este estudio y cuantificar el riesgo en un portafolio de activos financieros para mejorar la gestión.

Se plantea la necesidad de determinar la aplicabilidad práctica del uso de esta metodología en la gestión del riesgo de mercado de los fondos complementarios bajo las condiciones y fluctuaciones del mercado ecuatoriano.

### **1.3 Pregunta central.**

¿Cómo la aplicación del Valor en Riesgo Condicional, en el portafolio de inversiones de un fondo previsional ecuatoriano conformado por títulos de renta fija, contribuirá al control del riesgo de mercado?

### **1.4 Objetivo general.**

- Determinar la aplicabilidad práctica del uso de la metodología del Valor en Riesgo Condicional de las inversiones en renta fija que se pueden realizar por medio del mercado de valores de un fondo previsional ecuatoriano.

### **1.5 Objetivos específicos.**

- Analizar la evolución del Índice de Rendimiento de la Bolsa de Valores, como medida del mercado que compara el rendimiento de los títulos de renta fija negociados.
- Determinar un portafolio de inversiones de renta fija con títulos negociados en el mercado de valores ecuatoriano.
- Estimar la máxima pérdida de un portafolio de inversiones de renta fija de largo plazo de un fondo previsional ecuatoriano, aplicando la metodología del valor en riesgo condicional.
- Proponer parámetros que permitan cuantificar el riesgo antes de tomar la decisión de invertir.
- Formular políticas de inversión que determinen que títulos valores de renta fija deben mantenerse en el portafolio de inversiones.

## 1.6 Hipótesis.

La metodología del valor en riesgo condicional mide el riesgo de mercado del portafolio de inversiones de renta fija de un fondo previsional ecuatoriano de manera más ajustada en comparación con la utilización de la metodología del valor en riesgo.

## 1.7 Glosario de términos.

- **Activo financiero.-** Instrumento financiero que otorga a su comprador el derecho a recibir un ingreso futuro por parte del vendedor.
- **Administración de riesgos.-** Es el proceso mediante el cual las instituciones identifican, miden, controlan y monitorean los riesgos inherentes al negocio para definir el perfil de riesgo, el grado de exposición que se está dispuesto a asumir y los mecanismos de cobertura, para proteger los recursos que se encuentran bajo su control y administración.
- **Backtesting.-** Prueba que evalúa y calibra los modelos de medición de riesgos financieros, permite a las instituciones vigilar periódicamente que el modelo esté midiendo el riesgo adecuadamente.
- **Bolsa de Valores.-** Es el mercado público organizado en el que se efectúan operaciones de compra venta de títulos valores.
- **Calificación de riesgo.-** Opinión profesional del grado de riesgo que tiene un título valor que se negocia en el mercado de valores.
- **Comité de riesgos.-** Órgano responsable de proponer al consejo de administración y de aplicar, los objetivos, políticas, procedimientos y acciones tendientes a identificar, medir, analizar, monitorear, controlar, informar y revelar los riesgos a los que puedan estar expuestos los fondos complementarios.
- **Comité de inversiones.-** Órgano responsable de la ejecución de las inversiones de los fondos complementarios, de acuerdo con las políticas aprobadas por el consejo de administración.
- **Covarianza.-** Medida de relación lineal entre dos variables aleatorias que describe el movimiento conjunto entre éstas variables.
- **Correlación.-** Mide el grado de movimiento conjunto entre dos variables o la relación lineal que existe entre estas variables.

- **Cuenta individual.-** Está formada por los aportes personales, aportes voluntarios adicionales, aportes patronales y sus rendimientos, lo que constituye un pasivo del patrimonio autónomo de los fondos.
- **Desviación estándar.-** Medida de la dispersión de una variable respecto a su media.
- **Duración.-** Es el tiempo promedio ponderado en que los flujos de inversión son esperados, donde el promedio ponderado es el valor presente de los flujos de caja.
- **Fideicomiso mercantil.-** Es un contrato por el cual una o más personas llamadas constituyentes transfieren, de manera temporal e irrevocable, la propiedad de bienes muebles o inmuebles, corporales o incorporales, que existen o se espera que existan, a un patrimonio autónomo dotado de personalidad jurídica para que una administradora fiduciaria cumpla con las finalidades instituidas en el contrato, en favor del propio constituyente o de un tercero llamado beneficiario.
- **Fondos complementarios previsionales cerrados.-** Instituciones creadas por sus afiliados para administrar ahorros voluntarios que tienen como objetivo mejorar las prestaciones que otorga el seguro general obligatorio.
- **Índice de rendimiento de la Bolsa de Valores de Quito (IRBQ).-** Índice que compara el rendimiento diario de los títulos de renta fija negociados la última semana con el de los sesenta días anteriores.
- **Inflación.-** Es el incremento sostenido y generalizado del nivel general de precios en una economía y en un período de tiempo.
- **Kurtosis.-** Indicador que mide el grado de concentración que presenta la serie alrededor de la media.
- **Mercado de valores.-** Es un segmento del mercado de capitales que canaliza recursos financieros hacia actividades productivas mediante la compra – venta de títulos valores por medio de la bolsa de valores.
- **Obligaciones.-** Son títulos de deuda emitidos por compañías legalmente facultadas para captar recursos del público y financiar sus actividades productivas.



- **Portafolio de inversiones.-** Conjunto de títulos valores de renta fija o renta variable, en el que se divide el total de la inversión, con el objetivo de minimizar el riesgo.
- **Producto Interno Bruto.-** Es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un periodo de tiempo determinado.
- **Riesgo.-** Es la posibilidad de que se produzca un hecho generador de pérdidas que afecten el valor económico de una institución.
- **Riesgo de mercado.-** Es la posibilidad de que el valor de un activo financiero disminuya debido a las fluctuaciones del precio del activo.
- **Rendimiento.-** Cambio en el valor que registra un activo financiero en un período de tiempo, respecto a su valor inicial.
- **Tasa de interés activa.-** Es la tasa que las instituciones cobran a sus clientes o demandantes de crédito por los préstamos que otorgan.
- **Tasa de interés pasiva.-** Es la tasa que las entidades financieras deben reconocer a sus clientes por los depósitos realizados en operaciones a plazo fijo.
- **Titularización.-** Es el proceso mediante el cual se emiten valores susceptibles de ser colocados y negociados libremente en el mercado bursátil, emitidos con cargo a un patrimonio autónomo. En este proceso se transforman activos ilíquidos en activos líquidos.
- **Valor.-** Derecho o conjunto de derechos de contenido esencialmente económico, negociables en el mercado de valores.

## **Capítulo segundo**

### **Marco teórico**

#### **2.1 El nuevo acuerdo de Basilea – Riesgo de Mercado.**

En 1997 el Comité de Basilea emitió los principios básicos para una supervisión efectiva, los cuales fueron ratificados por la comunidad financiera internacional, señalando la importancia de que sean implementados, los cuales se han convertido en la norma mundial de mayor relevancia para la regulación y la supervisión prudencial.

El Banco Internacional de Pagos (BIS) tiene como misión servir a los bancos centrales en su objetivo de estabilidad monetaria y financiera, estimular la cooperación internacional y actuar como un banco de bancos centrales. En el documento de consulta en relación al riesgo de mercado señala lo siguiente:

Principio 22 - Riesgo de mercado: el supervisor verifica que los bancos cuentan con un adecuado proceso de gestión del riesgo de mercado que tiene en cuenta su apetito por el riesgo, su perfil de riesgo, la situación macroeconómica y de los mercados y el riesgo de un deterioro sustancial de la liquidez de mercado. Esto incluye políticas y procesos prudentes para identificar, cuantificar, evaluar, vigilar, informar y controlar o mitigar los riesgos de mercado en el momento oportuno (BIS 2011, 13).

La metodología del valor en riesgo ha sido promovida y difundida por el banco de inversión JP Morgan, se considera como el nivel de referencia y un estándar en los mercados financieros, permitiendo comparar la exposición al riesgo entre las instituciones.

La aplicación de dicha metodología constituye el motivo de la presente investigación, que pretende cuantificar la posición de riesgo con un cierto nivel de confianza en condiciones normales de mercado y en un período de tiempo determinado, no obstante, existen investigaciones que revelan deficiencias en esta metodología en escenarios en los que las distribuciones de rendimientos de las carteras no se distribuyen de forma normal.

Una herramienta que permite corregir esta deficiencia es el Valor en Riesgo Condicional, que mide la pérdida esperada de una cartera en un horizonte de tiempo determinado tomando los casos en los que las pérdidas son mayores que el Valor en Riesgo.

## **2.2 Normativa de la Superintendencia de Bancos para las instituciones del sistema de seguridad social sobre los riesgos de inversión.**

En la codificación de resoluciones de la Superintendencia de Bancos, en el libro III; Título III; Capítulo IV, sobre la administración del riesgo de inversión en los portafolios administrados por la seguridad social, se señalan algunas definiciones relacionadas con los riesgos y su administración:

2.1 Riesgo.- Es la posibilidad de que se produzca un hecho generador de pérdidas que afecten el valor económico de las instituciones;

2.2 Administración de Riesgos.- Es el proceso mediante el cual las instituciones que integran el sistema nacional de seguridad social identifican, miden, controlan / mitigan y monitorean los riesgos inherentes al negocio, con el objeto de definir el perfil de riesgo, el grado de exposición que la institución está dispuesta a asumir en el desarrollo del negocio y los mecanismos de cobertura, para proteger los recursos propios y de terceros que se encuentran bajo su control y administración;

2.3 Riesgos de inversión.- Abarca el riesgo de mercado, riesgo de liquidez, riesgo de crédito, riesgo operativo, que incluye el riesgo legal y riesgo tecnológico; y, riesgo país en el proceso de inversión;

2.4 Riesgo de mercado.- Es la contingencia de que las instituciones que integran el sistema nacional de seguridad social incurra en pérdidas debido a variaciones en el precio de mercado del portafolio de inversión, como resultado de las posiciones que mantenga dentro y fuera de balance (SB 2015, 140-1).

En la resolución citada se indican, las responsabilidades y las funciones de los Consejos Directivos, Consejo Superior, así como las principales responsabilidades y funciones del Comité de Riesgos de Inversión y de la Dirección de Riesgos.

En definitiva, la resolución del órgano de control, presenta las normas generales para las instituciones de seguridad social para la administración del riesgo de inversión para los portafolios que administran estas entidades y las funciones que deben cumplir los Comités de Riesgos de Inversión.

## **2.3 Resoluciones Superintendencia de Bancos sobre los Fondos Complementarios Previsionales Cerrados.**

En el libro III; Título I; Capítulo I.- “Normas para la constitución, registro, organización, funcionamiento y liquidación de los fondos complementarios previsionales cerrados”, se establece que los fondos complementarios previsionales cerrados, se conforman con el ahorro voluntario constituido a favor de sus partícipes, a

partir de su relación laboral con instituciones públicas, privadas o mixtas y acrediten la calidad de afiliado al seguro general obligatorio (SB 2014, 1).

Los partícipes admitidos en un fondo complementario previsional cerrado, deben celebrar un contrato de adhesión, en el que conste la voluntad de pertenecer y la obligación de cumplir la normativa del respectivo fondo.

Estos contratos no pueden contener cláusulas abusivas que causen perjuicio a los usuarios con un desequilibrio de los derechos y obligaciones de las partes que intervienen en el contrato.

En el artículo 3 se expresa que los fondos complementarios son de beneficio social y sin fines de lucro, tienen el carácter de privados y se administran por medio de un patrimonio autónomo independiente. Adicionalmente se señala:

Los fondos complementarios tendrán únicamente fines previsionales y serán legalmente capaces de adquirir derechos y contraer obligaciones; podrán realizar inversiones privativas y no privativas, las que deberán estar enmarcadas en la normativa interna del fondo y en función de la naturaleza de la prestación (SB 2014, 2).

Por tanto, en este artículo se manifiesta la facultad que tienen los fondos complementarios para realizar inversiones privativas, como la concesión de préstamos quirografarios e hipotecarios; y las inversiones no privativas, constituidas por las inversiones efectuadas en el mercado financiero y mercado de valores, con sujeción a la normativa interna de cada fondo.

En el artículo 6 se expresa que la Superintendencia de Bancos, ejercerá el control y supervisión en forma exclusiva y normará el registro, constitución, organización, funcionamiento y liquidación de los fondos complementarios.

El artículo 17 establece que la cuenta individual de cada partícipe está formada por los aportes personales, aportes voluntarios adicionales, aportes patronales y sus rendimientos, lo que constituye un pasivo del patrimonio autónomo de los fondos. El rendimiento anual del fondo será distribuido proporcionalmente en función del valor acumulado en la cuenta individual de los partícipes y está expresamente prohibido garantizar rendimientos.

Como prestaciones los fondos complementarios podrán conceder:

- Jubilación;
- Cesantía; y,

- Jubilación y cesantía.

El artículo 44 señala que los fondos complementarios serán clasificados en función del volumen de los activos que administre, en cuatro tipos de fondos (SB 2014, 12):

- Tipo I           Activos de US \$ 1 – 1'000.000
- Tipo II          Activos de US \$ 1'000.000 – 5'000.000
- Tipo III         Activos de US \$ 5'000.000 – 10'000.000
- Tipo IV         Activos de US \$ 10'000.000 en adelante

La estructura orgánica básica, considera entre otros, al consejo de administración, comités de Auditoría, Riesgos, Inversiones y Prestaciones.

Se define al comité de riesgos como:

ARTÍCULO 47.- El comité de riesgos es el órgano responsable de proponer al consejo de administración y de aplicar, una vez aprobados, los objetivos, políticas, procedimientos y acciones tendientes a identificar, medir, analizar, monitorear, controlar, informar y revelar los riesgos a los que puedan estar expuestos los fondos complementarios, y principalmente los riesgos de inversión, de crédito y operativos. [...]

Son funciones del comité de riesgos (SB 2014, 14-15):

47.1 Proponer al consejo de administración, para su aprobación, las metodologías para identificar, medir y monitorear los riesgos de inversión y de crédito;

47.2 Proponer al consejo de administración para su aprobación, los límites de inversiones y de crédito;

47.3 Velar por el cumplimiento de los límites de inversión y de crédito e informar al consejo de administración, si detectare excesos en los límites de inversión; y,

47.4 Las demás que establezca el estatuto.

Sobre el comité de inversiones se expresa lo siguiente (SB 2014, 15):

ARTÍCULO 48. El comité de inversiones es el órgano responsable de la ejecución de las inversiones de los fondos complementarios previsionales cerrados, de acuerdo con las políticas aprobadas por el consejo de administración; así mismo, le corresponde velar porque las operaciones de crédito que se otorgan a los partícipes de los fondos, se sujeten a las políticas y procedimientos aprobados por el consejo de administración. [...]

El comité de inversiones deberá:

48.1 Invertir los recursos administrados en la forma, condiciones y límites propuestos por el comité de riesgos y aprobados por el consejo de administración;

48.2 Velar por la adecuada seguridad, rentabilidad y liquidez de las inversiones del fondo que administra;

48.3 Velar por la recuperación oportuna de los rendimientos financieros generados en las inversiones realizadas con los recursos de los fondos administrados así como los provenientes de las operaciones de crédito a los partícipes;

48.4 Elaborar la metodología de distribución periódica de los rendimientos, a favor de los partícipes; y,

48.5 Las demás que establezca el estatuto.

## **2.4 Conceptos de Riesgo.**

El diccionario de la lengua española, define al riesgo como “la contingencia o la proximidad de un daño” (RAE 2012). Es visto como algo negativo, como la exposición al peligro. Sin embargo, también puede constituirse en una oportunidad.

Es una mezcla entre peligro y oportunidad, se define también como la dispersión de resultados no esperados, debido a movimientos adversos en las variables financieras. Por tanto, si las empresas pueden controlar o minimizar sus riesgos financieros, pueden concentrarse en las operaciones del giro normal de su negocio.

Los negocios incorporan diversos riesgos y una operación puede estar vinculada a varios riesgos financieros.

Riesgo significa atreverse a transitar por un sendero peligroso, sin embargo, es inevitable en los procesos de toma de decisiones en general y de los procesos de inversión en particular. El beneficio que se pueda obtener por cualquier decisión tomada, debe asociarse necesariamente con el riesgo inherente a dicha decisión; en finanzas, este concepto se relaciona con las pérdidas potenciales que se pueden sufrir en un portafolio de inversión (De Lara Haro 2002, 13).

La medición efectiva y cuantitativa del riesgo se asocia con la probabilidad de una pérdida en el futuro. Los seres humanos deben conocer y responder de manera intuitiva o cuantitativa a las probabilidades que confrontan en cada decisión. La esencia de la administración de riesgos consiste en medir esas probabilidades en contextos de incertidumbre (De Lara Haro 2002, 13).

En la definición de riesgos se destacan dos aspectos. El riesgo implica tanto un daño como la posibilidad de lograr un beneficio, es decir, puede existir un aumento o una disminución del valor de un activo financiero; y, el riesgo implica la posibilidad que ocurra un evento que se puede medir o cuantificar.

## 2.5 El rendimiento.

El rendimiento o la rentabilidad de un activo o de un portafolio de activos financieros (De Lara Haro 2002, 27-8), se define como el cambio en el valor que registra en un período, respecto a su valor inicial y se expresa:

$$Ri = \frac{Valor\ final - Valor\ inicial}{Valor\ inicial}$$

El rendimiento también puede definirse en función del logaritmo de la razón de rendimientos:

$$Ri = Ln \left( \frac{Valor\ final}{Valor\ inicial} \right)$$

Para calcular el rendimiento anualizado ( $R$  anual) se considera generalmente que un año tiene 252 días hábiles y considerando el rendimiento diario promedio de un activo o de un portafolio de activos financieros se define como:

$$R\ anual = (1 + R\ diario)^{252} - 1$$

## 2.6 El Índice de Rendimiento de la Bolsa de Valores de Quito.

Para analizar y evaluar el rendimiento del mercado de renta fija, es necesario considerar un indicador que refleje la evolución histórica que ha tenido este mercado.

El Índice de Rendimiento de la Bolsa de Valore de Quito (IRBQ), es un indicador que refleja el rendimiento histórico que han tenido las operaciones de renta fija en el mercado de valores ecuatoriano.

El IRBQ es una medida que compara el rendimiento diario de los títulos de renta fija negociados la última semana con el de los sesenta días anteriores (Bolsa de Valores de Quito 2006, 139).

La base del IRBQ es móvil<sup>1</sup> para cada día, lo que permite reflejar un comportamiento más actualizado.

---

<sup>1</sup> La media móvil es un cálculo que se utiliza para analizar series de datos, en modo de puntos para crear series de promedio.

La base móvil es el promedio de los 60 días anteriores al día de cálculo. Para evitar distorsiones se excluye de esa base a los rendimientos obtenidos tanto en el propio día de cálculo como de los cinco días anteriores (t-5). Así se obtiene una medida más precisa del movimiento del mercado y su rendimiento en valores de renta fija.

El IRBQ utiliza la siguiente expresión:

$$IRBQ = \frac{\text{Rendimiento promedio del día}}{\text{Rendimiento promedio de la base (de } t-5 \text{ a } t-65)} \times 100$$

Un valor mayor a 100 refleja que el rendimiento en promedio de los últimos cinco días fue superior al registrado en los últimos 60 días anteriores. Si el valor del índice es menor a 100, los rendimientos promedio de los últimos cinco días han sido menores que el rendimiento promedio de los últimos 60 días.

## 2.7 La distribución normal.

En estadística, la distribución de frecuencias aplicada a los rendimientos de un activo financiero o de un portafolio de activos, muestra la forma como los rendimientos se han comportado en el pasado, gráficamente se denomina histograma de frecuencias y asume una figura en particular (De Lara Haro 2002, 28-34).

Los activos financieros presentan por lo general una distribución de probabilidad normal, la que está definida por una curva simétrica en forma de campana denominada campana de Gauss, quien trabajó y desarrolló la aplicación de esta distribución.

En el campo de las finanzas, la distribución normal tiene un papel importante en la medición de los riesgos financieros. Los parámetros más importantes que la definen son la media y la desviación estándar. Otros indicadores importantes son el sesgo y la kurtosis. El sesgo debe ser cero, lo que indica simetría perfecta de la curva y la kurtosis igual a tres, es decir, tres desviaciones estándar con lo que se cuenta con el 99,7% de las observaciones.

Por medio de la estadística es posible demostrar que si consideramos una muestra de tamaño  $n$  perteneciente a una población que se distribuye normalmente, con media  $\mu$  y desviación estándar  $\sigma$ , dicha muestra tendrá una distribución normal de media  $\bar{x}$  y desviación estándar  $\sigma/\sqrt{n}$ . El teorema del límite central establece que aun



cuando la muestra de tamaño  $n$  es grande, la distribución de la muestra es aproximadamente normal, sin importar la distribución de la población.

La función de densidad normal contiene dos parámetros básicos: La media ( $\mu$ ) y distribución y se determina el grado de dispersión.

La distribución normal está centrada alrededor de la media ( $\mu$ ). La variación o dispersión alrededor de la media se expresa en unidades de desviación estándar, representada por  $\sigma$ . En un portafolio de activos, la media es el rendimiento promedio y a la desviación estándar se le define como volatilidad. Las expresiones para su cálculo son las siguientes:

$$\mu = \sum_{i=1}^n Ri$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Ri - \mu)^2}}{n-1}$$

La función de densidad normal es simétrica con respecto a la media y, por tanto, solo se necesita tabular las áreas de un lado de la media.

Las áreas tabuladas son áreas a la derecha o a la izquierda de valores de  $z$  que es la distancia de un valor  $x$  respecto de la media, expresada en unidades de desviación estándar.

Entonces:

$$x = \mu + z\sigma$$

Y por tanto:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Si la variable aleatoria  $x$  es el rendimiento de un factor de riesgo (como el precio de las acciones o tasas de interés), siempre será posible transformar dicha variable aleatoria normal en  $z$ .

Si  $z$  localiza un punto medido a partir de la media de una variable aleatoria normal con la distancia expresada en unidades de la desviación estándar de la variable aleatoria normal original, el valor medio de  $z$  tiene que ser 0 y su desviación estándar igual a 1. A  $z$  se le conoce como la variable aleatoria normal estándar y tiene una distribución normal  $N(0,1)$ .

Adicionalmente, la curva de distribución normal tiene dos características: el sesgo y la kurtosis, a los cuales se les conoce también como el tercer y cuarto momento.

El sesgo es un indicador que mide la simetría de la curva. En el caso de una distribución normal perfecta, el sesgo será igual a cero, si éste es distinto de cero, estará sesgada hacia la izquierda o hacia la derecha, según el signo del sesgo.

La kurtosis es el indicador que mide el nivel de levantamiento de la curva respecto a la horizontal. Esta situación se presenta cuando existen pocas observaciones muy alejadas de la media. La kurtosis de una distribución normal perfecta es igual a 3.

Para saber si una distribución de frecuencias se comporta de acuerdo con una distribución normal, existen varias pruebas, una de ellas es la de Jarque-Bera, que se calcula con la siguiente expresión:

$$LM = N \left[ \frac{Sesgo^2}{6} + \frac{(Kurtosis - 3)^2}{24} \right]$$

LM es un estadístico de prueba y se distribuye de acuerdo con una curva ji-cuadrada con dos grados de libertad, siendo necesario realizar una prueba de hipótesis en la cual la hipótesis de interés (hipótesis nula) consiste en que la curva es normal con un nivel de confianza y la hipótesis alternativa consiste en que no pasa dicha prueba, es decir, no es normal.

Adicionalmente, la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov<sup>2</sup> mide la bondad de ajuste de una distribución a través de una prueba de hipótesis.

Por otra parte, la media y la desviación estándar de un período pueden ser transformadas a otro período. Por ejemplo, si tenemos la media y la volatilidad diaria, es posible determinar los parámetros anuales mediante las siguientes expresiones.

$$\begin{aligned}\mu_{anual} &= \mu_{diaria} \cdot t \\ \sigma_{anual} &= \sigma_{diaria} \sqrt{t}\end{aligned}$$

Los ajustes en la volatilidad para diferentes horizontes de tiempo deben realizarse con la raíz cuadrada del período, por lo tanto, la volatilidad es una función del tiempo expresada de manera no lineal.

---

<sup>2</sup> Prueba estadística no paramétrica que se utiliza para medir la bondad de ajuste de una distribución.

## 2.8 La covarianza.

La covarianza es una medida de relación lineal entre dos variables aleatorias describiendo el movimiento conjunto entre éstas variables que pueden ser los rendimientos de un portafolio de activos financieros.

Se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$COV(R_i, R_j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - \mu_i) (R_j - \mu_j)$$

## 2.9 La correlación.

Se utiliza la correlación para medir el grado de movimiento conjunto entre dos variables o para determinar la relación lineal que existe entre estas variables. La correlación se encuentra en -1 y +1 y se calcula con la siguiente expresión:

$$Corr(R_i, R_j) = \rho_{ij} = \frac{COV(R_i, R_j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

Dónde:

$\rho_{ij}$  = Correlación entre los activos  $i$  y  $j$ .

Cov = Covarianza entre los activos  $i$  y  $j$ .

$\sigma_i$  = Volatilidad del activo  $i$ .

$\sigma_j$  = Volatilidad del activo  $j$ .

El coeficiente de correlación de Pearson se calcula en función de los rendimientos observados:

$$Corr(x_i, y_i) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x) (y_i - \mu_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_y)^2}}$$

El signo positivo en el coeficiente de correlación significa que existe una relación directa entre las variables, es decir, se mueven en la misma dirección, y si el valor es más cercano a la unidad, mayor será el grado de dependencia. El signo negativo indica que las 2 variables se mueven en sentidos opuestos, una relación inversa y mientras más cercano es a cero el coeficiente de correlación, mayor será el grado de independencia entre las variables.

## **2.10 La medición del riesgo financiero.**

El riesgo está ligado a la incertidumbre sobre lo que pueda ocurrir en el futuro, por lo que resulta imposible eliminarlo, sin embargo, se debe enfrentar y administrar adecuadamente identificando sus orígenes y determinando su impacto, con el objetivo de minimizarlo y lograr mayores niveles de rentabilidad (Arias Leonel 2006, 275-278).

La estadística y las probabilidades nos brindan las herramientas para analizar el riesgo financiero de las inversiones.

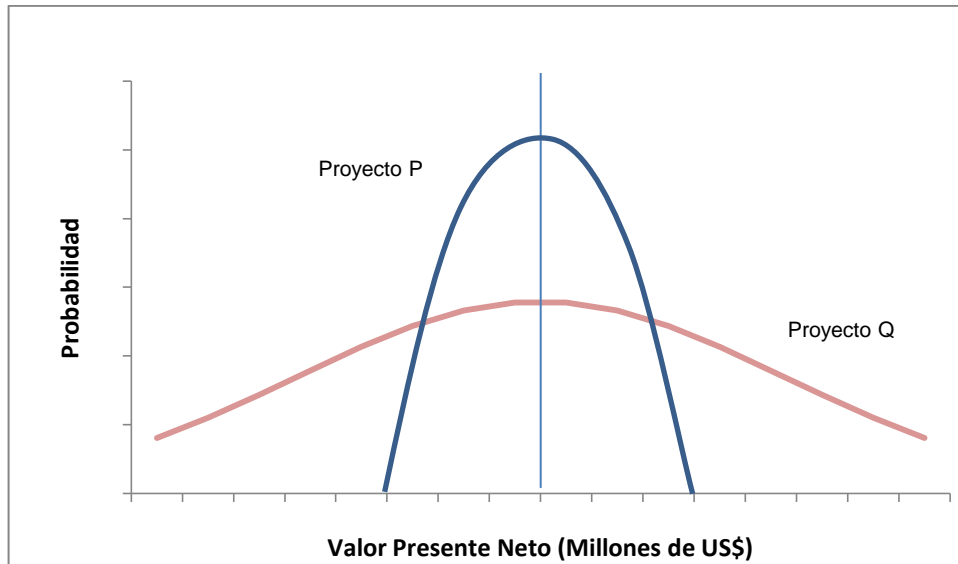
El riesgo financiero se define como “la incertidumbre asociada con el valor y/o retorno de una Posición financiera”.

La incertidumbre es una situación general de desconocimiento del futuro, mientras que el riesgo, es la probabilidad de que ocurra un evento negativo. En un mundo sin riesgo, por tanto, con certeza absoluta, el costo de oportunidad sería igual a la tasa libre de riesgo, debido a que la probabilidad de ocurrencia es del 100%; pero si el nivel de certeza disminuye, es decir, existe incertidumbre, la dimensión de riesgo aparece como un elemento a considerar, como riesgo individual de un activo financiero o como riesgo de un portafolio de activos financieros, enfrentándose no solo a activos libre de riesgo sino a activos con riesgo, que para ser analizada la probabilidad se construye una lista de eventos a la cual se asigna una probabilidad de ocurrencia, obteniendo así una distribución de probabilidad.

El riesgo está ligado a la incertidumbre sobre los eventos futuros, por lo que no puede ser eliminado, sin embargo, puede ser administrado, identificado y cuantificado, debiendo elegirse las mejores estrategias para controlarlo.

Para visualizar el riesgo individual de un activo financiero utilizando la estadística, se utiliza a la distribución de probabilidad. En el gráfico No. 1, se presenta el resultado de dos proyectos (P y Q) y se presentan por medio de una distribución normal, observándose que la variabilidad de los rendimientos posibles para el proyecto P es menor que para el proyecto Q, debido a que la distribución para el proyecto P es más estrecha que para el proyecto Q. Por tanto, se tiene que mientras más variables sean los rendimientos en un proyecto, éste tiene más riesgo. Los rendimientos del proyecto Q tienen más riesgo que los relacionados con el proyecto P.

Gráfico 1  
Rendimientos Esperados



Fuente: Leonel Álvarez Montoya "Metodologías para la medición del riesgo financiero"  
Elaboración propia

Cuando nos referimos al riesgo individual, se analiza específicamente una sola inversión o un activo financiero y se estiman tres estados de la economía: Expansiva, normal y recesión, asociando a cada estado una probabilidad de ocurrencia y una tasa de rendimiento del activo, con lo que se determina el rendimiento esperado ( $E_i$ ) y el riesgo que se mide por medio de la desviación estándar ( $\sigma$ ).

$$\sigma = \sqrt{\sum_1^n (E_i - \bar{E})^2 P_i}$$

Dónde:

$$\bar{E} = \sum_1^n E_i * P_i$$

$E_i$  = Resultado esperado para el caso  $i$

$P_i$  = Probabilidad de ocurrencia para el resultado  $i$

$n$  = Número de resultados

Cuando corresponde medir el riesgo de la cartera y minimizar el mismo, se tiene la opción de invertir en diferentes tipos de activos financieros. Una cartera o un portafolio de activos, es un conjunto de activos financieros. El rendimiento esperado de

una cartera, es el promedio ponderado de los rendimientos esperados de los activos individuales que conforman el portafolio.

$$\bar{R} = \sum_i^n W_i R_i$$

Dónde:

$\bar{R}$  = Rendimiento ponderado

$P_i$  = Número de activos financieros tipo  $i$

$R_i$  = Rendimiento de cada acción  $i$ .

El rendimiento de una cartera es el promedio ponderado de los rendimientos individuales de cada activo financiero, sin embargo, el riesgo de la cartera no es el promedio ponderado de la desviación estándar. Por ejemplo, en una cartera constituida por dos acciones, las mismas pueden ser muy riesgosas individualmente, pero al combinarlas se puede mitigar o disminuir su riesgo; si una acción corresponde al sector eléctrico y otra al sector refrescos, al presentarse un verano extenso y fuerte, el sector eléctrico se vería afectado por la disminución de los embalses lo que reduce la generación de electricidad, por lo que el valor de la acción bajaría, en cambio en el sector de la empresa de refrescos, por efecto del verano, se incrementarían las ventas, aumentando el valor de la acción; por tanto, esta combinación, denominada también diversificación, se estaría minimizando el riesgo total, debido a que los rendimientos se comportan de forma opuesta entre sí.

El grado de relación lineal que existe entre dos variables (acciones) aleatorias, se mide por medio del coeficiente de correlación. Si existieran dos acciones con un grado de correlación de -1, se disminuiría el riesgo en un alto porcentaje, por ello los administradores de portafolios, buscan conformar portafolios de activos con grado de correlación lo más inverso posible.

Al aumentar el tamaño de la cartera, por el efecto diversificación, se elimina una cantidad importante del riesgo, sin embargo, éste no se elimina completamente, por efecto de algunos factores como las políticas económicas de un país, que afectan a todas las acciones en general; si la economía se encuentra fuerte, las acciones se desempeñan fuerte, pero si la economía se encuentra en recesión, las acciones se comportan de una forma débil, por ello, el riesgo se clasifica en diversificable y no diversificable.

El riesgo diversificable es conocido como riesgo no sistemático o de la empresa y se lo puede minimizar con una buena cartera de acciones, mientras que el riesgo no diversificable, conocido como riesgo sistemático, no es posible eliminarlo, porque depende de factores externos que afectan a todas las acciones.

El método más utilizado para medir y estimar el riesgo de mercado total al que una entidad se ve expuesta es el Valor en Riesgo.

## **2.11 El Valor en Riesgo (VaR).**

En el mercado existe una gran cantidad de activos financieros, los cuales presentan una amplia gama de volatilidades de los rendimientos, por lo que surge la necesidad de adoptar metodologías para controlar y medir los riesgos financieros a los que están expuestos los activos financieros.

El VaR es un método utilizado para medir los riesgos financieros, cuantifica la peor pérdida esperada, en un período de tiempo dado, con cierto nivel de confianza y bajo condiciones normales del mercado.

El valor en riesgo, se constituye en una metodología utilizada para cuantificar la exposición al riesgo en la gestión de un portafolio de activos financieros.

En la obra de Alfonso de Lara Haro (2002, 59), se precisan algunos conceptos relacionados con el valor en riesgo y las metodologías para su cálculo:

“La metodología de valor en riesgo, promovida y difundida por JP Morgan en 1994, se considera con un nivel de referencia y un estándar en los mercados financieros, lo que permite comparar la exposición de riesgo de mercado entre diversas instituciones.  
[...]

El valor en riesgo es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar un portafolios en un intervalo de tiempo y con cierto nivel de probabilidad o confianza.”

El valor en riesgo, se define también como la máxima pérdida esperada de una posición estable de activos en condiciones normales de mercado para un horizonte y nivel de significancia determinado (Jara Padilla 2007, 8-9).

El nivel de confianza que se elija dependerá de la funcionalidad del modelo y de la distribución de probabilidad escogida. Por temas regulatorios, se recomienda utilizar un nivel de confianza elevado (99%) ya que se desea mantener un sistema financiero

sano, por ello la cantidad de recursos que se necesite para cubrir este riesgo de mercado, será la que brinde menos probabilidad de caer en cesación de pagos.

No obstante, para fines de administración interna de riesgos, el nivel de confianza deberá reflejar el grado de aversión al riesgo que presente el administrador del portafolio y el costo de las mayores pérdidas del valor en riesgo.

En lo que tiene que ver con el intervalo de tiempo que se quiere estimar la máxima pérdida esperada del portafolio de activos financieros, se debe determinar el tiempo de liquidación de los activos y el período durante el cual se espera mantener constante la estructura de la cartera.

El horizonte de un día, es utilizado para posiciones de alta liquidez, y un mes para posiciones de baja liquidez.

Cabe indicar que esta medida estadística para cuantificar el riesgo denominado como valor en riesgo, es válida únicamente en condiciones normales de mercado. En épocas de crisis, la pérdida esperada se define por pruebas de estrés o valores extremos.

En las instituciones, los miembros del consejo de administración son quienes deben definir dos aspectos fundamentales para el cálculo del valor en riesgo: El nivel de confianza que desean y el horizonte temporal que se va a medir.

Las buenas prácticas señalan que el Banco Internacional de Liquidaciones (BIS) recomienda definir 99% de nivel de confianza y horizonte de 10 días para los intermediarios financieros. No obstante, JP Morgan recomienda 95% como nivel de confianza y un horizonte de un día para operaciones en mercados líquidos.

El valor en riesgo no otorga certidumbre respecto a las pérdidas que se podrían sufrir en las inversiones efectuadas, sino genera una expectativa de resultados basado en la estadística y en supuestos de los modelos que se utilizan para su cálculo. Es por ello que, las instituciones deben en adición al cálculo del valor en riesgo, complementar su medición de riesgos con otras metodologías, como el análisis de las reglas prudenciales, procedimientos y políticas de operación, los controles internos, los límites y las reservas de capital adecuadas.

En cuanto a la importancia y utilidad del valor en riesgo, resulta de utilidad principalmente para brindar información que requiere tanto la gerencia como los reguladores, ya que constituye un indicador de riesgo de las operaciones de mercado y de inversión, expresado en términos monetarios.



También es utilizado en la gestión de riesgos, para fijar límites de exposición al riesgo de mercado en términos monetarios; además por medio del cálculo del valor de riesgo incremental, es útil para revelar las operaciones que contribuyen más al riesgo total.

El VaR en los últimos años se ha establecido como una medida de riesgo generalmente aceptada dentro de la banca. Surge de la aplicación de los principios de la teoría de carteras o portafolios a la valoración del riesgo de una posición de mercado. Intenta medir la relación entre rentabilidad y riesgo para obtener la cartera eficiente, aplicándolos a un contexto más estandarizado y normalizado (Feria Domínguez 2007, 61-63).

El VaR es una estimación estadística que requiere la definición de una serie de parámetros como:

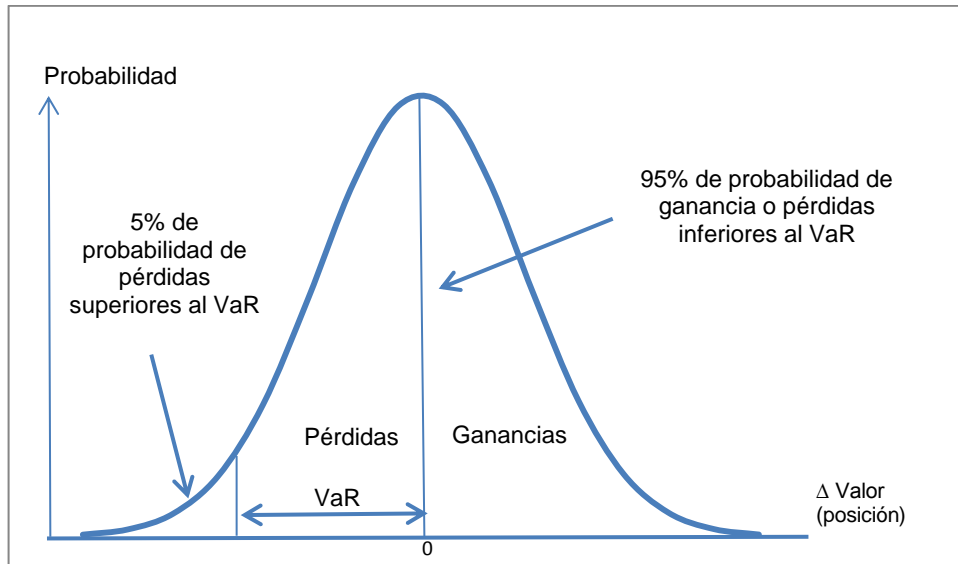
- El nivel de confianza que está asociado al cálculo.
- El plazo o la unidad de tiempo para la estimación.
- La hipótesis sobre la distribución de la variable analizada. El supuesto generalizado es el de normalidad, lo que permite representar todas las observaciones.

Para tener una mejor apreciación del concepto del VaR, asumamos que una entidad financiera anuncia que el VaR de un día de su portafolio de activos financieros es un millón de dólares, con un nivel de confianza estadística del 95%, lo que significa lo siguiente:

- Existe un 5% de probabilidad de incurrir en una pérdida superior a dicho monto, es decir, la pérdida en 5 de cada 100 días se estima superior a un millón de dólares.
- En consecuencia, existe un 95% de probabilidad de que la pérdida sea inferior a un millón de dólares, es decir, la pérdida de la cartera se espera sea inferior este monto 95 de cada 100 días.
- En promedio, una vez al mes, el valor de la cartera caerá más de 1 millón de dólares.

El concepto de VaR, se presenta en el Gráfico 2 para un nivel de confianza estadística del 95%.

Gráfico 2  
El VaR con 95% de confianza estadística



Fuente: Rafael Jara Padilla "Más allá del valor en riesgo"  
Elaboración propia

En definitiva, el cálculo del VaR da como resultado una cifra en unidades monetarias, que resume la exposición de una cartera de posiciones al riesgo de mercado, proporcionando una medida comprensible para accionistas y administradores de activos financieros quienes tomarán decisiones en función del grado de aversión al riesgo y del nivel de exposición de sus activos, con lo cual se puede determinar niveles de cobertura que optimicen el portafolio de inversiones.

Para los reguladores se convierte en una alternativa para el control y supervisión de las carteras administradas.

Sin embargo, la medición del VaR presenta una serie de limitaciones y características no deseadas como las siguientes:

- La distribución normal que generalmente se usa para su estimación, infravalora el riesgo de sucesos extremos.
- El VaR ignora aquellas pérdidas cuya probabilidad de ocurrencia sea menor que la elegida como nivel de confianza de la estimación.
- Una característica no deseable del VaR es la falta de subaditividad. Tenemos que una medida del riesgo  $\rho$  es subaditiva cuando el riesgo agregado de una cartera es menor o igual que la suma de los riesgos de los activos

individuales,  $X$  e  $Y$ , que la componen, o cuando considera los efectos de la diversificación, lo que se traduce en:

$$\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$$

- La no convexidad, puesto que la medición del VaR es difícil de optimizar cuando se calcula a partir de escenarios. Cuando las superficies de riesgo son convexas es posible obtener una solución óptima única que minimice el riesgo.

Dadas las limitaciones y las características no deseadas del VaR, algunos autores han propuesto una nueva medida de riesgo que logre salvar tales limitaciones; es el llamado VaR Condicional, que mide la pérdida media una vez superado el VaR.

## **2.12 Metodologías para el cálculo del VaR: Histórico, Paramétrico, Montecarlo.**

La metodología de valor en riesgo constituye una herramienta esencial para diversas instituciones que utilizan modelos de valoración de riesgo de mercado, en vista de su fácil interpretación, sin embargo, existen diferencias en su forma de cálculo. Los modelos paramétricos asumen una función de probabilidad conocida para el rendimiento futuro de la cartera de inversión como una distribución normal, mientras que los modelos no paramétricos no realizan supuesto alguno sobre la distribución del retorno (Jara Padilla 2007, 10).

El valor en riesgo se puede calcular o estimar por al menos 3 modelos:

- Modelos paramétricos.
- Modelos no-paramétricos.
- Modelo de Montecarlo

### **2.12.1 Modelos paramétricos.**

La forma más simple de calcular el VaR es mediante este tipo de modelos paramétricos, los cuales asumen una distribución de rendimientos conocida. Se calcula a partir de la desviación estándar del portafolio usando un factor multiplicativo que depende del nivel de confianza escogido. Esta metodología es simple y el problema radica en si la distribución asumida es normal, lo cual en la mayoría de los activos financieros no asume un comportamiento estrictamente normal, sino que son

aproximados a la curva normal, por lo que los resultados son una aproximación (De Lara Haro 2002, 60-72).

A continuación se presenta como se determina el valor en riesgo de un activo individual y de un portafolio de activos.

- **El valor en riesgo de un activo individual.**

Con los supuestos de normalidad y de media de los rendimientos igual a cero, el modelo paramétrico que determina el valor en riesgo de una posición se presenta en la siguiente expresión:

$$VaR = F \times S \times \sigma \times \sqrt{t}$$

Dónde:

F = Factor que determina el nivel de confianza del cálculo.

S = Monto total de la inversión o la exposición total del riesgo.

$\sigma$  = Desviación estándar de los rendimientos del activo.

t = Horizonte de tiempo en que se desea calcular el valor en riesgo.

El resultado de la aplicación del valor en riesgo de un activo, puede ser utilizado como un límite para un inversionista, como revelación de información de riesgos del portafolio o como un margen en contratos de futuros.

- **El valor en riesgo de un portafolio de activos (método de varianza–covarianza o delta-normal)**

La teoría moderna de portafolio permite medir el riesgo de mercado de una canasta o de un conjunto de activos financieros. Para medir el VaR de la cartera de activos se debe considerar los efectos de la diversificación con las correlaciones de los rendimientos de los activos que conforman el portafolio. La metodología llamada método de matriz de varianza – covarianza o delta-normal es la siguiente:

$$VaR_p = F \times S \times \sigma_p \times \sqrt{t}$$

$$\sigma_p = \sqrt{[w]^T [\Sigma] [w]}$$

$$[\Sigma] = [\sigma][C][\sigma]$$

Dónde:

F = Factor que determina el nivel de confianza del cálculo.

$S$  = Valor del portafolio.

$\sigma_p$  = Volatilidad del portafolio (1 x 1).

$t$  = Horizonte de tiempo en que se desea calcular el valor en riesgo.

$[w]$  = Vector de pesos de las posiciones del portafolio (n x 1).

$[w]^T$  = Vector traspuesto de los pesos de las posiciones del portafolio (1 x n).

$[\Sigma]$  = Matriz de varianza-covarianza que incluye las correlaciones entre los valores del portafolio (n x n).

$[C]$  = Matriz de correlaciones de los rendimientos de los activos del portafolio.

El resultado del VaR del portafolio es menor que la suma de los valores en riesgo de los activos individuales. A esta diferencia se le denomina el efecto diversificación.

Este modelo usa la distribución de rendimientos históricos para el cálculo de las volatilidades y de las correlaciones entre los activos que conforman el portafolio. Se asume que el comportamiento de los factores sigue una distribución normal y la relación con el valor del portafolio sigue una relación lineal. En este caso el VaR se expresa como un múltiplo de la desviación estándar del portafolio por lo que para hallar su valor se requiere determinar la matriz de varianza – covarianza de los factores de mercado que explican el valor del portafolio.

Cuando se tiene un portafolio con títulos de diferente naturaleza, es preciso identificar los factores de riesgo con el fin de construir una matriz de varianza – covarianza que refleje los riesgos del portafolio.

El factor de riesgo se define como: “[...] un parámetro cuyos cambios en los mercados financieros causarán un cambio en el valor presente neto del portafolio”.

Los factores de riesgo más comunes son los precios de las acciones, las tasas de interés, los tipos de cambio, los precios de materias primas, entre otros.

### **2.12.2 Método no paramétrico o de simulación histórica.**

Estos modelos fundamentan sus posibles escenarios de distribución de rendimientos en función de la data histórica.

La estimación del VaR por medio de la simulación histórica tiene como hipótesis, mantener las posiciones actuales del portafolio y con ello obtener una serie de valores en función de los rendimientos observados en el pasado para el mismo horizonte

temporal, con lo cual se forma una distribución de los beneficios y pérdidas del portafolio que serán utilizados para hallar el VaR con un determinado nivel de confianza.

La principal ventaja del modelo de simulación histórica es que no depende del supuesto de normalidad de la distribución de los rendimientos de los activos financieros, lo que permite establecer una mejor estimación del VaR en presencia de distribuciones de colas anchas.

Presenta también algunas desventajas ya que solo considera como variaciones futuras a situaciones ocurridas en el pasado; limita incluir situaciones que no se reflejan en los rendimientos históricos; no incorpora en su estimación de rendimientos, posibles cambios en los factores de riesgo que se hayan producido en el pasado y que no se reflejan en la data histórica.

Para aplicar esta metodología se deben identificar los componentes los activos financieros del portafolio y reunir los datos de los precios diarios históricos considerando un período que oscila entre 250 y 500 datos.

Básicamente este método ordena de menor a mayor la serie de rendimientos o las pérdidas y ganancias de un portafolio y supone que la historia desde la perspectiva del riesgo se repetirá.

Existen 3 tipos de simulación histórica: crecimientos absolutos, crecimientos logarítmicos y crecimientos relativos.

### **2.12.3 Método paramétrico simulación Montecarlo.**

Este método consiste en la generación de números aleatorios para calcular el valor del portafolio generando escenarios. Un nuevo número aleatorio sirve para generar un nuevo valor del portafolio con igual probabilidad de ocurrencia que los demás y determinar la pérdida o ganancia en el mismo.

La ventaja de utilizar este método es la posibilidad de valorar instrumentos no lineales, como las opciones.

### **2.13 El Valor en Riesgo Condicional.**

El autor Stan Uryasev (VaR vs CVaR in Risk Management and Optimization 2010, 8), señala que en una conferencia sobre riesgos financieros denominada

“Optimización del valor en riesgo condicional” en el año 2000 se introduce por primera vez el término valor en riesgo condicional.

Como señala el autor Rafael Jara Padilla (2007, 13-14), el valor en riesgo condicional (CVaR) es una medida alternativa que cuantifica las pérdidas que se pueden encontrar en las colas de las distribuciones. Como medida de riesgo tiene ventajas significativas frente al VaR y se deriva de la distribución de rendimientos del portafolio de activos. Se define como la pérdida esperada para los casos en que la pérdida del valor del portafolio exceda o supere el umbral del VaR. Por tanto, el VaR no será nunca mayor al CVaR, por ello, portafolios con bajo CVaR tendrán un VaR aún menor.

La importancia del CVaR se basa en que analiza los rendimientos inferiores al VaR, mostrando cual es la pérdida esperada en ese escenario. Dos carteras de activos pueden tener igual VaR y aparentar tener el mismo nivel de riesgo, sin embargo, analizando el CVaR se podrá determinar que la cartera de mayor riesgo, será la que cuente con el mayor CVaR. Este caso es el que se escapa al análisis del VaR, por lo que se prefiere trabajar con el CVaR.

La optimización del portafolio de activos, mediante la minimización del VaR, cuenta con problemas de inestabilidad como la no subaditividad y no convexidad para situaciones en las que no se cuenta con normalidad de la distribución de los rendimientos. Ante lo expuesto, se considera la minimización del CVaR como una metodología de mayor consistencia, por tratarse de un estimador coherente, con lo que cuenta con mejores propiedades respecto al VaR.

José Manuel Feria Domínguez (2007, 63-64) manifiesta que el concepto que subyace del CVaR parte del propio concepto del VaR, pero va más allá, constituye la pérdida potencial que en promedio cabría esperar una vez superado el umbral señalado por el VaR, una expectativa de pérdida condicionada a que se supere el nivel indicado por el VaR. En estadística, la esperanza matemática de una variable aleatoria  $X$  condicionada a un suceso  $B$  viene dada por la expresión  $E[X/B]$ , se puede expresar el CVaR como:

$$CVaR_{\alpha}(X) = E[-X \mid -X \geq VaR_{\alpha}(X)]$$

Dónde:

$X$  = Variable aleatoria que representa las pérdidas y ganancias de una cartera.

$VaR_\alpha(X)$  = Valor en riesgo definido para un nivel de confianza de  $100(1-\alpha)\%$ .

Por tanto, el CVaR es siempre una magnitud mayor o igual que el VaR y cuando la distribución de pérdidas y ganancias de un portafolio sigue una distribución normal el CVaR se calcula con la siguiente expresión:

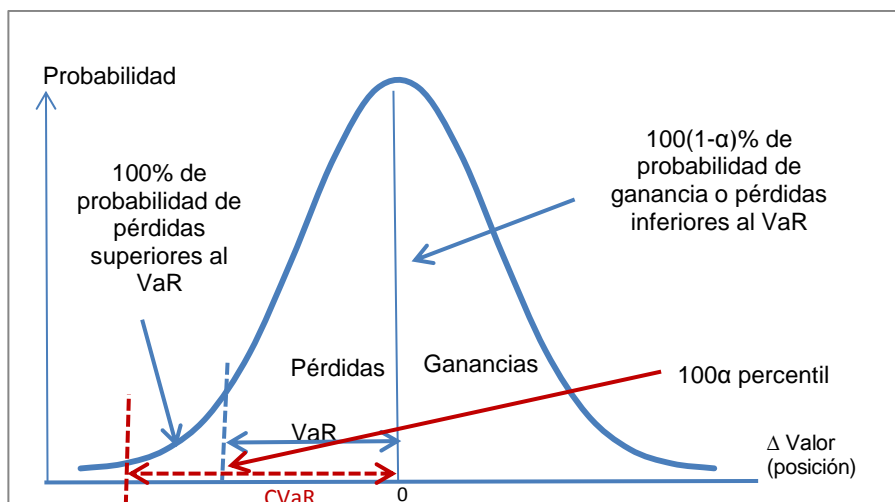
$$CVaR = \frac{e^{\frac{q_\alpha^2}{2}}}{\alpha\sqrt{2\pi}} \sigma_x$$

Dónde:

$q_\alpha$  =  $100\alpha$  percentil de la distribución normal estándar.

En el gráfico 3, se presenta la distribución de pérdidas y ganancias, el valor en riesgo definido para un nivel de confianza de  $100(1-\alpha)\%$  y el valor en riesgo condicional.

Gráfico 3  
Distribución de pérdidas y ganancias, VaR y CVaR



Fuente: José Manuel Fera Domínguez "Más allá del valor en riesgo"  
Elaboración propia

Por tanto, si el VaR es una medida del riesgo interesante para el administrador de un portafolio de activos financieros, el CVaR se constituye en una medida más importante, ya que es la pérdida media una vez superado el VaR. Como ejemplo, podemos señalar que para la determinación de la reserva de capital, no nos interesa

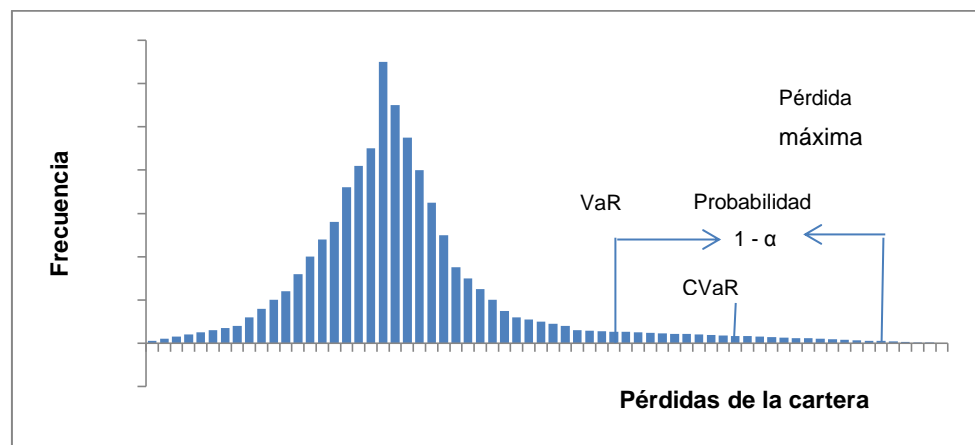


saber que sólo el 1% de las veces se va a superar un determinado nivel de pérdidas, sino que una vez superado ese umbral, la pérdida medida va a ser tal valor.

Rafael Jara Padilla (2007, 14), señala en su artículo que la metodología CVaR es una medida coherente por cumplir las propiedades de homogeneidad positiva, subaditividad, monotonicidad, e invarianza transicional, en comparación al VaR que no cuenta con la propiedad de subaditividad para distribuciones no normales.

En el gráfico 4, se presenta la distribución de pérdidas de una cartera, según la notación empleada por Rockafeller y Uryasev (Conditional Value-at-Risk: Optimization Algorithms and Applications 2000), para quienes dado un nivel de probabilidad, el VaR, se define como una cantidad  $\alpha$ , tal que la pérdida no excederá dicha cantidad, con esa probabilidad. Por otra parte, el CVaR es la expectativa de pérdidas condicionada sobre ese límite  $\alpha$ .

Gráfico 4  
Distribución de pérdidas, VaR y CVaR



Fuente: Uryasev (2000)  
Elaboración propia

En el artículo de Rafael Romero-Meza (Minimización del Value-at-Risk Condicional (CVaR): El Caso de las AFP's en Chile 2005, 2-4), señala que el VaR es una medida de riesgo muy popular, sin embargo, su cálculo es difícil de optimizar y el resultado es inestable cuando la distribución de probabilidades de la función a maximizar no está distribuida como normal. La no normalidad es bastante probable de esperar, puesto que las pérdidas tienden a mostrar valores discretos y colas anchas (*fat tails*). Teóricamente el VaR no es una medida coherente de riesgo. Se ha formulado una medida alternativa para calcular el riesgo llamada CVaR. En términos simples es la

pérdida promedio condicional a que se exceda al VaR. Esta medida es superior al VaR en varios aspectos.

El CVaR es una medida coherente ya que el riesgo de dos o más activos es menor que la suma de los riesgos individuales.

El CVaR es una medida de riesgo más estable al tomar en cuenta la distribución de pérdidas más allá del VaR, es decir las colas anchas.

La optimización del CVaR es equivalente a la obtención de un portafolio de varianza mínima, si las distribuciones de los riesgos son normales. Del mismo modo, si las distribuciones son normales, la minimización del CVaR arroja también la del VaR mínimo.

Al combinar los títulos valores en un portafolio, se espera que el riesgo se diversifique, es decir, el capital en riesgo requerido debería ser menor. La crítica que se hace a la medida de riesgo VaR es que no satisface el requisito de subaditividad que es satisfecho por la medida de riesgo CVaR.

## **2.14 Las pruebas de *Backtesting*.**

Para evaluar y calibrar los modelos de medición de riesgos financieros es fundamental el realizar pruebas de *Backtesting*, ya que permite a las instituciones, administradores de portafolios o reguladores, verificar periódicamente que el modelo esté midiendo el riesgo adecuadamente. El Comité de Basilea recomienda realizar pruebas de *Backtesting* para verificar si el modelo VaR es adecuado y de ser el caso efectuar ajustes y calibrar el modelo (De Lara Haro 2002, 155-159).

Para realizar este tipo de pruebas es necesario comparar el valor en riesgo observado con las pérdidas y ganancias reales. Lo que se mide es la eficiencia del modelo presentado, contando las observaciones de pérdidas y/o ganancias que fueron mayores al VaR, denominadas también excepciones.

Para efectuar la prueba de *Backtesting* se deben seguir los siguientes pasos:

- Calcular las pérdidas y ganancias diarias del portafolio con los cambios en la valoración de mercado utilizando el vector de precios de cada título que forma parte del portafolio.
- Se debe comparar periódicamente el valor en riesgo observado ajustado a un día con las pérdidas y ganancias diarias del portafolio.

- Los errores o excepciones detectados se calculan contando el número de veces que las pérdidas y ganancias exceden el valor en riesgo observado.
- El nivel de eficiencia del modelo se determina por medio de la relación número de excepciones / número de observaciones.

Un método utilizado para verificar si el modelo es adecuado es el desarrollado por Kupiec, que consiste en contar la veces que las pérdidas y ganancias exceden al VaR durante un período de tiempo. Se asume que  $N$  es el número de observaciones que exceden la pérdida o ganancia y para un nivel de confianza dada  $(1-p)$  se prueba si la  $N$  observada es estadísticamente diferente a la probabilidad de error  $p$  que se considera para el cálculo del VaR.

La probabilidad de observar  $N$  excesos durante un período de  $T$  observaciones en total, se representa con una distribución binomial expresada por  $(1 - p)^{T-N} p^N$ .

Se debe determinar si la relación de excesos de pérdidas y/o ganancias contra las observaciones totales, es estadísticamente diferente a la probabilidad que se utiliza para el cálculo del valor en riesgo.

El autor Kupiec desarrolló unas regiones de confianza con base en una distribución chi cuadrada con un grado de libertad, considerando la hipótesis nula de que  $p$  es estadísticamente igual a la probabilidad utilizada para el VaR contra la hipótesis alternativa de que  $p$  sea diferente a dicha probabilidad.

Otro método es la construcción de la Tabla de Permanencia (SB Chile 2007) que considerando las limitaciones estadísticas de los modelos de *Backtesting*, el Comité de Basilea introdujo una estructura simple para interpretar sus resultados, la que contempla un rango de posibles situaciones que dependen de la intensidad de la señal generada por el *Backtesting*, clasificadas en una tabla que se divide en tres zonas, distinguidas por colores que representan el atributo o jerarquía de cada situación. La zona verde corresponde a resultados que no hacen pensar en un problema con la calidad o exactitud del modelo de medición de riesgos. La zona amarilla muestra resultados que plantean preguntas para las cuales no existen respuestas concluyentes. La zona roja comprende resultados que indican un problema en el modelo de medición de riesgos.

En definitiva el *Backtesting* (Jara Padilla 2007, 15-16) es una forma de evaluar el ajuste del modelo comparando las predicciones hechas por el modelo para un período determinado con los datos históricos obtenidos, su objetivo es comprobar su calidad,

bondad de ajuste y robustez. En el análisis se calcula el número de excepciones observadas dentro de una determinada ventana. Una excepción es la pérdida real que supera a la predicción del modelo, por lo cual se busca contrastar el número de días en los que la pérdida real superó la estimación del VaR contra el nivel de confianza al que fue calculado el VaR.

Por ejemplo, para un VaR al 95% de confianza, se espera que las pérdidas excedan al VaR calculado 5 de cada 100 períodos. A medida que se aumenta el nivel de confianza usado en la estimación, la cantidad de excepciones se reduce, lo que significa que un VaR calculado al 99% de confianza es más conservador que realizarlo al 95%.

Al aplicar el VaR con un 95% de confianza, se espera que existan un 5% de excepciones donde el valor de la pérdida sea mayor a la calculada por el VaR, pero en la práctica no se encontrará exactamente 5% de excepciones, lo que puede deberse a que el período analizado pueda estar influido por factores aleatorios que hacen que la suma de las excepciones sean mayores al número esperado, aun cuando el modelo sea correcto, o que el número de excepciones esté dentro de lo esperable siendo el modelo incorrecto.

## **Capítulo tercero**

### **El CVaR como medida del riesgo de mercado**

#### **3.1 Los fondos complementarios previsionales cerrados en cifras.**

La Superintendencia de Bancos dadas sus atribuciones, ha dictado resoluciones tendientes a controlar y supervisar los fondos complementarios previsionales cerrados, los cuales se encuentran normados mediante resolución No. SBS-2014-504 de 9 de julio de 2013.

Al finalizar 2014, se encuentran registrados sesenta y ocho fondos complementarios previsionales cerrados, los cuales cuentan con 229.063 partícipes y un total de activos administrados de US \$1.195 millones (SB 2015, 328-330).

Mediante boletín de prensa de 15 de mayo de 2015 (BIESS 2015), el Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (BIESS), informó que asumió el traspaso de varios fondos complementarios previsionales cerrados que recibieron aportes estatales, luego de que la Superintendencia de Bancos notificara el resultado de informes de auditoría; esto como resultado de la aplicación de las siguientes normas legales:

- Artículo 220 de la Ley de Seguridad Social, que señala que los fondos complementarios previsionales cerrados que recibieron aportes estatales, pasarán a ser administrados por el BIESS.
- Transitoria cuadragésima del Código Orgánico Monetario y Financiero, mediante la cual la Superintendencia de Bancos ordena la realización de auditorías externas a los fondos complementarios previsionales cerrados, para lo cual se contrataron a varias empresas auditoras externas.
- Resolución No.053-2015-F de la Junta Política y Regulación Monetaria y Financiera, de 5 de marzo de 2015, que establece un cronograma de traspaso de la administración de los fondos complementarios cerrados que en su origen o bajo cualquier modalidad recibieron aportes estatales.
- Una vez que la Superintendencia de Bancos, remita a la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, el informe que determine que el fondo complementario cerrado ha recibido aportes estatales, inmediatamente, pasará a ser administrado por el BIESS.

- Como parte del proceso de auditoría, las empresas auditoras informaron a la Superintendencia de Bancos que los siguientes fondos complementarios previsionales cerrados han recibido aportes del Estado:
  - Fondo Complementario Previsional de Cesantía FCPC de los Trabajadores de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.;
  - Fondo de Cesantía Privado de los Servidores del Ministerio de Gobierno, que laboran en la provincia de El Oro–FCPC FONCEPRIMIGEO;
  - Fondo Complementario Previsional Cerrado de los Servidores del Ministerio de Gobierno de la provincia de Morona Santiago FCPCSMIGOMS;
  - Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano FCME-FCPC;
  - FCPC Asociación del Fondo de Jubilación Complementaria de los Profesores de la Universidad Técnica de Ambato;
  - Fondo Complementario Previsional Cerrado de los Servidores Públicos, Dependientes del Ministerio del Interior FONCEPMINTUN; y,
  - Fondo Complementario Previsional Cerrado de los Servidores de la Escuela Politécnica del Ejército DCPC-ESPE.

El proceso de traspaso de fondos continúa y el más considerable es el Fondo del Magisterio que cuenta con un patrimonio de más de US \$ 400 millones.

En la memoria de 2014 de la Superintendencia de Bancos, se señala que los fondos complementarios se clasifican por tipos, dependiendo del volumen de activos administrados, a continuación se puede apreciar como se encuentran distribuidos los activos.

Cuadro 1  
**Volumen de activos de los fondos complementarios**

Año	Activos - en millones de dólares					
	Activos Corrientes			Activos Fijos	Otros Activos	Total Activos
	Cuentas x Cobrar	Fondos Disponibles	Inversiones			
2013	37,79	15,28	1.049,72	12,65	13,05	1.127,49
2014	38,66	36,84	1.045,87	22,75	50,89	1.195,01

Fuente y elaboración: Superintendencia de Bancos Ecuador – INSS

Los fondos complementarios previsionales cerrados realizan inversiones privativas como préstamos destinados a sus partícipes clasificados en hipotecarios, quirografarios y prendarios; e inversiones no privativas que son inversiones realizadas en el sistema financiero tanto en renta variable, renta fija e inversiones en el exterior, así como también inversiones realizadas básicamente en proyectos inmobiliarios, terrenos, edificios. A continuación podemos apreciar el volumen de las inversiones:

Cuadro 2  
**Volumen de inversiones de los fondos complementarios**

Inversiones - en millones de dólares			
Año	No privativas	Privativas	Total
2013	282,80	765,93	1.048,72
2014	289,50	756,36	1.045,86

Fuente y elaboración: Superintendencia de Bancos Ecuador – INSS

Son precisamente estas inversiones que constituyen alrededor del 90% del total de los activos de los fondos complementarios, las que deben gestionarse utilizando técnicas modernas de administración de portafolios y de medición del riesgo de mercado como el VaR y CVaR, para analizar el efecto de una administración eficiente en la gestión de las inversiones de los fondos complementarios previsionales cerrados, con parámetros de diversificación y observando los principios de seguridad, rentabilidad y liquidez.

### **3.2 Volumen, rendimiento promedio y plazo promedio de las negociaciones del mercado de valores ecuatoriano.**

El mercado de valores es el segmento del mercado financiero que moviliza recursos estables para financiar actividades productivas desde sectores ahorristas de la sociedad por medio de la negociación de valores o títulos valores.

Los inversionistas institucionales y los fondos complementarios se constituyen en inversionistas que colocan sus excedentes de liquidez en las alternativas que ofrece el mercado de valores en los segmentos bursátil y extrabursátil.

Las empresas o emisores del sector real de la economía, son los principales actores del mercado de valores, debido a que por medio de la colocación de sus títulos de deuda como emisiones de obligaciones, papel comercial o de valores de titularización crediticia, financian sus actividades productivas con costos menores a los que el sistema financiero ofrece.

Las negociaciones del mercado de valores ecuatoriano, se ejecutan por medio de las Bolsas de Valores de Quito y Guayaquil y para el período 2005 – 2014, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3  
**Montos bursátiles nacionales negociados**

Año	Total negociado en millones US\$	Tasa Crec.	PIB en millones US\$	Total negociado /PIB
2005	3.502		41.507	8,4%
2006	4.865	39%	46.802	10,4%
2007	3.470	-29%	51.008	6,8%
2008	5.183	49%	61.763	8,4%
2009	6.426	24%	62.520	10,3%
2010	5.106	-21%	69.555	7,3%
2011	3.768	-26%	79.780	4,7%
2012	3.753	0%	87.495	4,3%
2013	3.721	-1%	93.577	4,0%
2014	7.544	103%	98.895	7,6%

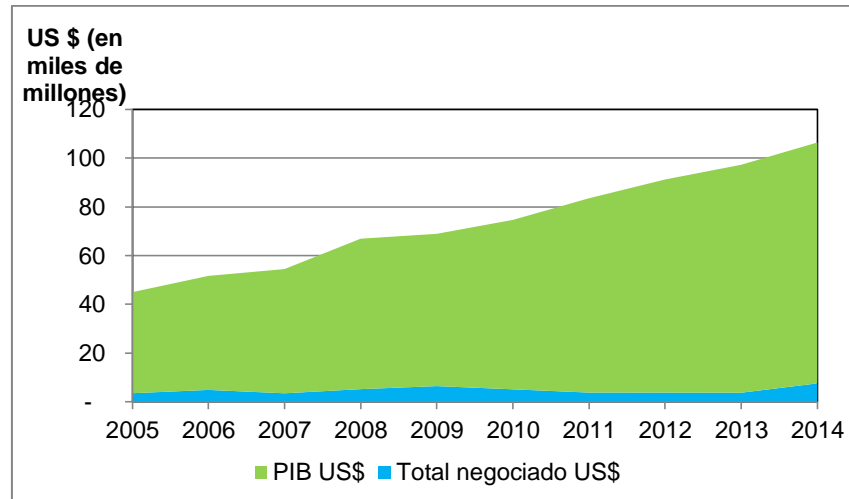
Fuente: BVQ, BVG y Banco Central del Ecuador  
Elaboración: BVQ

El total negociado anualmente en promedio en el período 2005–2014, se ha ubicado en US \$ 4.734 millones, sin embargo, en 2014 el volumen de negociaciones muestra un salto importante, con un crecimiento de 103% respecto a 2013, explicado por un crecimiento en las negociaciones de certificados de tesorería, acciones y certificados de depósito y en menor medida por emisiones de deuda del sector corporativo ecuatoriano.

Un indicador que mide la importancia que tiene el mercado de valores en la economía o determina cuán profundo es un mercado, es la relación Monto bursátil negociado / Producto Interno Bruto, ya que relaciona el financiamiento que ha tenido una economía en relación a lo que produce.



Gráfico 5  
Monto nacional negociado - PIB



Fuente: BVQ, BVG y Banco Central del Ecuador  
Elaboración: BVQ

En el período 2005–2014, la relación monto nacional negociado / PIB, fue en promedio 7,2% y los años 2006 y 2009 fueron en los que más creció ya que superó el 10%, con lo cual se muestra la relativa importancia que ha tenido el mercado bursátil en la economía ecuatoriana, debido principalmente a que el sistema financiero sigue siendo la principal fuente de financiamiento de las actividades productivas.

A nivel nacional, en 2013 se negociaron US \$ 3.722 millones, de los cuales el 96% US \$ 3.574 millones, corresponden a inversiones de renta fija y tan solo el 4% US \$ 148 millones, corresponden a inversiones de renta variable.

En 2013, los valores de mayor negociación corresponden a: Certificados de inversión con US \$ 731 millones, rendimiento promedio de 3,67% y plazo promedio 127 días; obligaciones con US \$ 560 millones, rendimiento promedio 6,82% y plazo promedio 1.373 días; certificados de tesorería con US \$ 44 millones, rendimiento promedio de 2,43%, plazo promedio 209 días; valores de contenido crediticio US \$ 370 millones, 5,38% de rendimiento promedio y a un plazo de 1.144 días; papel comercial cero cupón con 334 millones, 5,57% de rendimiento promedio, plazo promedio 204 días; bonos del Estado con US \$ 278 millones, rendimiento promedio de 7,98% y plazo 1.884 días; entre otros.

A continuación se presenta un resumen de las negociaciones en renta fija a valor efectivo en 2013, clasificadas por tipo de título valor, rendimiento promedio y plazo promedio.

Cuadro 4

**Volumen de inversiones a nivel nacional de renta fija de 2013**

<b>RENTA FIJA 2013 (en miles de US\$)</b>			
<b>TÍTULO</b>	<b>VALOR EFECTIVO</b>	<b>PROMEDIO RENDIMIENTO</b>	<b>PROMEDIO DÍAS VENCIMIENTO</b>
CERTIFICADOS DE INVERSION	\$ 731.325	3,67	127
OBLIGACIONES	\$ 559.731	6,82	1373
CERTIFICADOS DE TESORERIA	\$ 444.378	2,43	209
VALORES DE CONTENIDO CREDITICIO	\$ 370.325	5,38	1144
PAPEL COMERCIAL CERO CUPON	\$ 334.405	5,57	204
BONOS DEL ESTADO	\$ 278.164	7,98	1884
CERTIFICADO DE INVERSION L/P	\$ 216.938	4,25	371
CERTIFICADO DE DEPOSITO	\$ 155.982	4,45	103
LETRAS DE CAMBIO	\$ 97.219	5,64	133
BONOS ESTADO-REPORTO	\$ 88.372	5,70	55
BONOS DEL ESTADO C/P	\$ 75.723	6,74	293
ACCIONES-REPORTO	\$ 49.361	6,78	168
NOTAS DE CREDITO	\$ 47.718	0,00	0
BONOS GLOBAL 2015 DCTO 533	\$ 41.913	6,80	534
POLIZAS DE ACUMULACION	\$ 22.414	4,34	85
PAGARE - REVNI L/P	\$ 18.596	7,00	609
OBLIGACIONES CONV.EN ACCIONES	\$ 12.968	7,55	1438
VALORES TITULARIZ CLASE A3 TCIMUPI2	\$ 7.348	0,00	933
VALORES TITULARIZ CLASE A3 TCIMUPI 3	\$ 5.275	5,76	910
CERTIFICADO DE AHORRO	\$ 3.209	4,94	89
CERTIFICADOS FINANCIEROS	\$ 2.945	6,03	115
CERTIFICADO DE DEPOSITO L/P	\$ 2.747	6,65	382
OBLIGACIONES C/P	\$ 1.973	5,41	197
PAPEL COMERCIAL	\$ 1.763	6,62	130
PAGARES REVNI	\$ 1.511	2,47	326
CLASE A2 - VALORES DE TITULARIZACION	\$ 1.294	0,00	1372
VALORES DE CONTENIDO CREDITICIO CP	\$ 843	3,29	166
OBLIGACIONES-D L/P	\$ 527	7,50	331
CEDULAS HIPOTECARIAS TIPO 3	\$ 304	0,00	0
PAPEL COMERCIAL D REPORTO	\$ 290	5,75	0
OBLIGACIONES-D C/P	\$ 233	7,38	305
CERTIFICADOS FINANCIEROS L/P	\$ 200	0,00	364
VCC V CONT CREDITICIO	\$ 152	3,70	150
ACEPTACIONES BANCARIAS	\$ 93	7,00	167
VALORES CONTENIDO CREDITICIO	\$ 84	6,87	330
VALORES TITULARIZ CREDITICIA	\$ 39	7,55	1055
CUPON DE CAPITAL	\$ 4	9,00	14
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.576.366</b>	<b>5,01</b>	<b>611</b>

Fuente y elaboración: Bolsa de Valores de Quito

Como se puede apreciar estas alternativas de inversión que ofrece el mercado de valores son generadas tanto por el sector público como por emisores que pertenecen al sector privado, con un rendimiento y plazo promedio ponderado de 5,01% y 611 días.

Las empresas de los distintos sectores productivos del país, encontraron en el mercado de valores, por medio de las emisiones de obligaciones, titularizaciones y programas de papel comercial, una alternativa para el financiamiento de sus operaciones, sin embargo, hubo una disminución en el número de emisiones del 9% respecto a 2012.

Durante 2013, el número de emisiones de valores de renta fija del sector privado y público fue de 111, correspondiendo 66 emisiones a obligaciones, 26 emisiones a papel comercial y 19 emisiones a titularizaciones (Bolsa de Valores de Quito 2013, 16-17).

En 2014, se negociaron US \$ 7.544 millones, de los cuales el 84%, esto es US \$ 6.341 millones corresponden a inversiones de renta fija y el 16% US \$ 1.203 millones, corresponden a operaciones de renta variable.

Los valores de mayor negociación corresponden a: Certificados de tesorería con US \$ 1.658 millones, rendimiento promedio de 2,40% y plazo promedio 195 días; certificados de inversión con US \$ 1.100 millones, rendimiento promedio 3,60% y plazo promedio 133 días; certificados de depósito con US \$ 716 millones, rendimiento promedio de 4,27%, plazo promedio 112 días; papel comercial cero cupón US \$ 599 millones, 5,44% de rendimiento promedio y a un plazo de 202; bonos del Estado con 454 millones, 10,53% de rendimiento promedio, plazo promedio 2.415 días; obligaciones con US \$ 409 millones, rendimiento promedio de 6,81% y plazo 1.315 días; valores de contenido crediticio con US \$ 359 millones, 5,34% de rendimiento y 1138 días plazo; entre otros.

El rendimiento y plazo promedio ponderado de las negociaciones de renta fija en 2014 fue de 4,47% y 463 días, respectivamente.

A continuación se presenta un resumen de las negociaciones en renta fija a valor efectivo en 2014, clasificadas por tipo de título valor, rendimiento promedio y plazo promedio.

Cuadro 5

## Volumen de inversiones a nivel nacional de renta fija de 2014

RENTA FIJA 2014 (en miles de US\$)			
TÍTULO	VALOR EFECTIVO	PROMEDIO RENDIMIENTO	PROMEDIO DÍAS VENCIMIENTO
CERTIFICADOS DE TESORERIA	\$ 1.658.550	2,40	195
CERTIFICADOS DE INVERSION	\$ 1.100.442	3,60	133
CERTIFICADO DE DEPOSITO	\$ 716.215	4,27	112
PAPEL COMERCIAL CERO CUPON	\$ 599.787	5,44	202
BONOS DEL ESTADO	\$ 453.990	10,53	2415
OBLIGACIONES	\$ 408.755	6,81	1315
VALORES DE CONTENIDO CREDITICIO	\$ 359.188	5,34	1138
CERTIFICADO DE INVERSION L/P	\$ 338.404	4,20	361
BONOS ESTADO-REPORTO	\$ 146.299	6,65	0
CUPON DE CAPITAL	\$ 129.926	1,69	101
POLIZAS DE ACUMULACION	\$ 110.667	4,12	95
LETRAS DE CAMBIO	\$ 82.809	5,06	119
NOTAS DE CREDITO	\$ 67.737	0,00	0
ACCIONES-REPORTO	\$ 58.202	6,71	161
BONOS DEL ESTADO C/P	\$ 48.857	6,96	395
OBLIGACIONES CONV.EN ACCIONES	\$ 14.469	6,53	1574
PAGARE - REVNI L/P	\$ 13.479	8,94	702
CERTIFICADO DE DEPOSITO L/P	\$ 8.867	5,58	374
CERTIFICADO DE AHORRO	\$ 6.142	4,95	93
BONOS GLOBAL 2015 DCTO 533	\$ 4.607	8,00	493
NOTAS DE CREDITO ISD	\$ 4.408	0,00	0
POLIZA DE ACUMULACION L/P	\$ 3.680	6,27	406
CERTIFICADOS FINANCIEROS	\$ 3.019	7,00	141
PAPEL COMERCIAL	\$ 2.239	4,06	229
PAGARE TIPO I REVNI	\$ 1.985	9,00	393
PAGARES REVNI	\$ 1.830	3,62	304
VCC V CONT CREDITICIO	\$ 1.791	6,08	521
OBLIGACIONES C/P	\$ 1.501	5,19	178
PAPEL COMERCIAL TIPO 2	\$ 977	0,00	359
ACEPTACIONES BANCARIAS	\$ 624	5,68	121
VALORES DE CONTENIDO CREDITICIO CP	\$ 592	5,16	170
LETRA DE CAMBIO L/P	\$ 468	6,75	363
VALORES TITULARIZ CREDITICIA	\$ 358	6,98	963
CERTIFICADOS FINANCIEROS L/P	\$ 257	4,95	378
PAGARE TIPO I REVNI CP	\$ 229	8,94	332
CERTIFICADO DE INVERSION AMRTZ GRADUAL	\$ 86	4,50	172
OBLIGACIONES-D C/P	\$ 73	6,00	127
NOTAS DE CREDITO DE EXCEPCION	\$ 68	0,00	0
VALORES CONTENIDO CREDITICIO	\$ 40	7,50	211
FACTURA COMERCIAL NEGOCIABLE	\$ 8	9,00	32
OBLIGACIONES-D L/P	\$ 8	7,50	259
CERTIFICADOS DE AHORRO L/P	\$ 4	6,00	366
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6.351.636</b>	<b>4,47</b>	<b>463</b>

Fuente y elaboración: Bolsa de Valores de Quito

En 2014, el número de emisiones de valores de renta fija fue de 111, menor con 2 emisiones que el año anterior, con 67 emisiones de obligaciones, 29 de papel comercial y 13 titularizaciones.

Estas emisiones corresponden a los sectores comercial, industrial, servicios, financiero, inmobiliario, agrícola y ganadero, entre otros sectores de la economía, que buscan financiar sus actividades y en la que los fondos complementarios, con los recursos que administran, se constituyen en potenciales inversionistas que están en la capacidad de financiar las actividades del sector productivo.

El volumen nacional negociado en 2014, presenta un crecimiento de 103%, en comparación con 2013, las inversiones en renta fija pasaron de US \$ 3.574 millones a US \$ 6.341 millones, con un crecimiento del 77%.

Las operaciones de renta variable muestran un crecimiento de 7 veces en las operaciones de renta variable.

Cuadro 6  
**Volumen nacional negociado**  
**(en miles de dólares)**

AÑO	Renta Fija	Tasa Crec. %	Part. Del Total %	Renta Variable	Tasa Crec. %	Part. Del Total %	Total Nacional
2013	3.573.902		96,0%	148.365		4,0%	3.722.267
2014	6.341.090	77%	84,1%	1.203.048	711%	15,9%	7.544.138
<b>TOTAL</b>	<b>9.914.993</b>			<b>1.351.413</b>			<b>11.266.405</b>

Fuente y elaboración: Bolsa de Valores de Quito

En definitiva, el mercado de valores ecuatoriano se ha dinamizado en los últimos años y presenta una cantidad importante de ofertas, por medio de emisiones de obligaciones, papel comercial y valores de contenido crediticio, con el objetivo de que los inversionistas utilicen sus excedentes de liquidez para adquirir estas emisiones que sirven a su vez de fuente de financiamiento de las actividades del sector productivo, con rendimientos acordes al nivel de riesgo asumido.

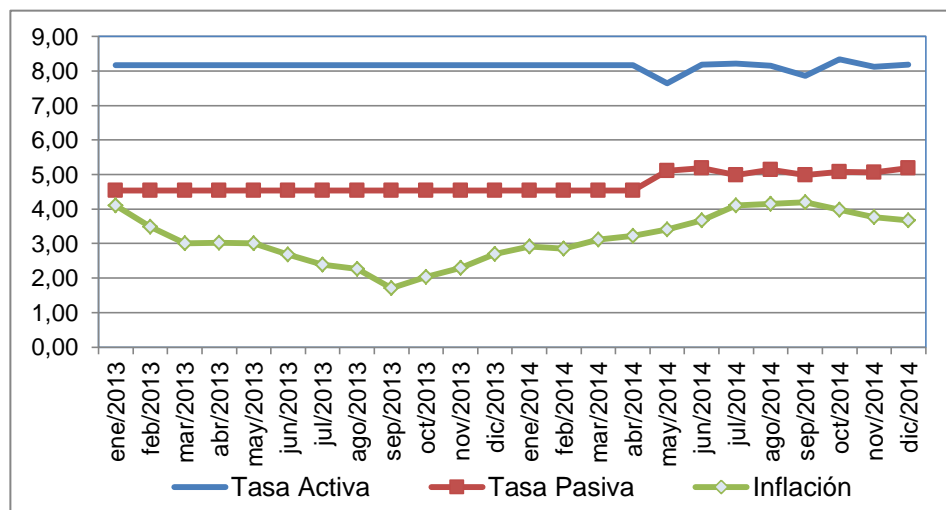
### **3.3 Evolución de la tasa activa, tasa pasiva e inflación en el período 2013-2014.**

La tasa activa representa para el empresario, el precio que tiene que pagar por financiar sus actividades productivas. La tasa pasiva representa para los inversionistas, el reconocimiento por parte de las instituciones financieras por no utilizar esa liquidez. La inflación muestra la tendencia de crecimiento de los precios en una economía y si es

mayor por ejemplo que la tasa pasiva, significará que el ahorro de esos recursos se descapitalizó, en definitiva la inflación castiga el ahorro.

En el siguiente gráfico se puede observar la evolución de las tasas activa, pasiva y de la inflación en el período 2013-2014.

Gráfico 6  
**Evolución de las Tasas Activa, Pasiva e Inflación en el período 2013-2014**



Fuente: Banco Central del Ecuador  
Elaboración propia

La tasa activa se mantuvo constante hasta abril de 2014 y desde mayo de ese año muestra una variación poco significativa. En este período la tasa activa promedio fue 8,14% con una volatilidad de 0,13%.

La tasa pasiva se mantuvo constante hasta abril de 2014 y desde mayo de 2014 muestra crecimiento hasta finalizar 2014 en 5,18%. En este período la tasa pasiva promedio fue 4,72% con una volatilidad de 0,27%.

La inflación promedio fue de 3,16% y su volatilidad fue 0,71%, la mayor en comparación con las tasas activa y pasiva, es decir los precios tuvieron una mayor dispersión, sin embargo, la inflación fue menor que la tasa activa y pasiva en todo el período, con lo que las tasas activa y pasiva descontado la inflación fueron positivas.

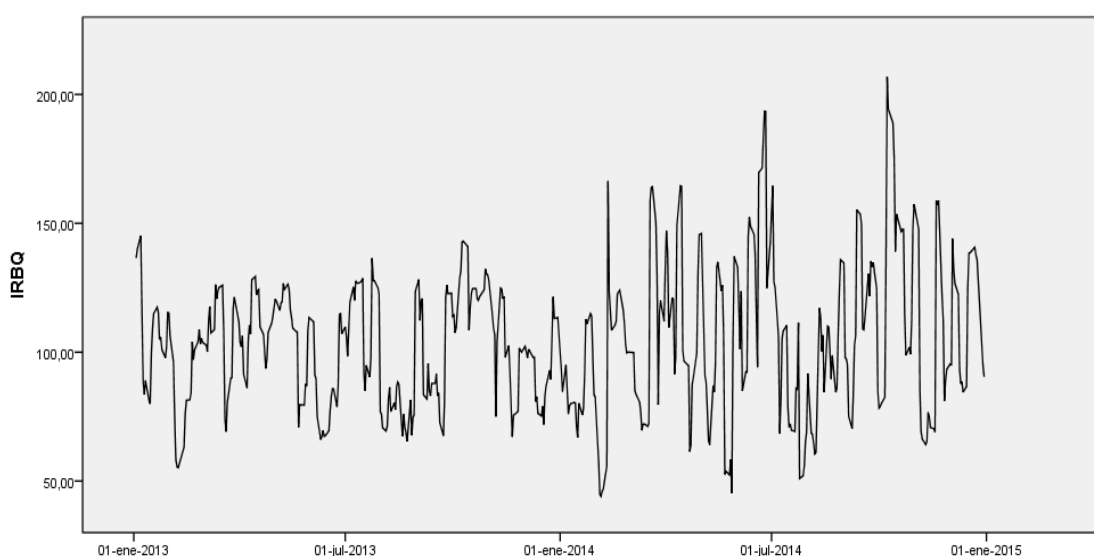
El empresario tiene la necesidad de ubicar fuentes de financiamiento que le permita seguir operando. La fuente que más se utiliza es el sistema financiero cuyas colocaciones se realizan a la tasa activa más un margen, es decir, este es el costo del financiamiento, sin embargo, el sistema financiero ofrece pagar al ahorrista la tasa pasiva por los excedentes de liquidez con los que cuenta.

En definitiva, el ahorrista-inversionista precisa obtener tasas de rentabilidades reales y un premio por diferir el consumo de sus fondos (Montalvo 1998, 367).

### 3.4 Evolución del Índice de Rendimiento de la BVQ 2013-2014.

El IRBQ, es un indicador del comportamiento del mercado de títulos de renta fija que se negocian en la Bolsa de Valores, a continuación se presenta la evolución de este índice en el período 2013–2014:

Gráfico 7  
Evolución del Índice de Rendimiento Bolsa de Valores de Quito

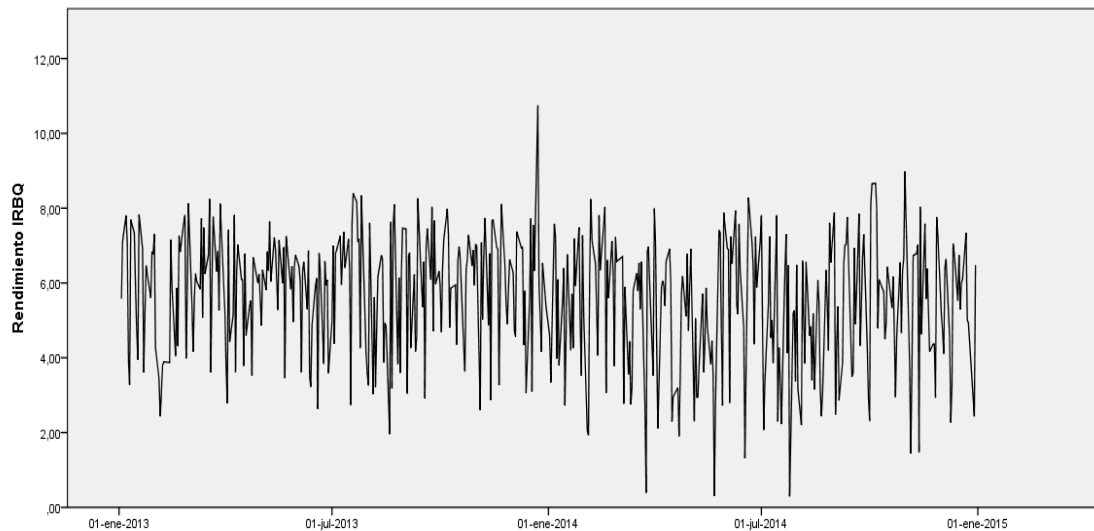


Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

Como se puede apreciar este índice indica la tendencia de los rendimientos diarios del mercado ponderados por los montos negociados con relación al promedio de los últimos 60 días de negociaciones.

En el siguiente gráfico se puede observar cómo ha evolucionado el rendimiento del IRBQ en el período 2013–2014:

Gráfico 8  
Evolución del Rendimiento diario del IRBQ



Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

Del análisis descriptivo de la distribución del rendimiento del IRBQ, se determina que el rendimiento promedio de los títulos valores de renta fija negociados en el mercado bursátil en el período 2013–2014 fue de 5,55%, mientras que la desviación estándar fue de 1,70%, indicador que muestra la volatilidad con la que opera el mercado bursátil, por tanto, se torna en una necesidad de las instituciones que administran portafolios de inversión, contar con herramientas que faciliten adecuados sistemas de gestión y control de riesgos.

El coeficiente de kurtosis refleja el grado de concentración que presenta la serie alrededor de la media, su valor de -0,38 es significativamente menor que el de una distribución normal y refleja una distribución con reducido grado de concentración alrededor del promedio de la serie.

La asimetría muestra si la curva que forman los valores de la serie presenta la misma forma a la izquierda y derecha del promedio de la serie, su valor de -0,43 muestra asimetría negativa, es decir, existe mayor concentración de valores a la izquierda del promedio de la serie que a su derecha.



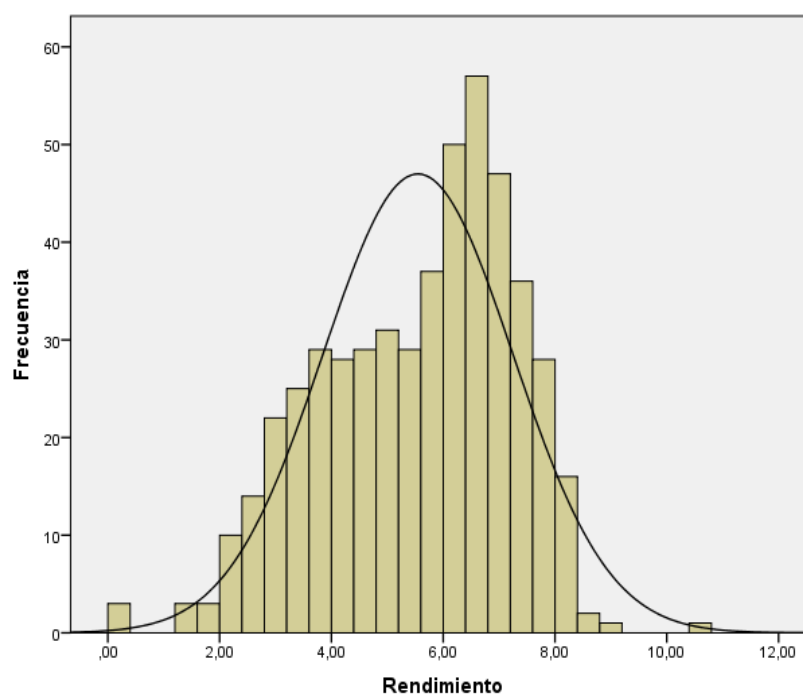
**Cuadro 7**  
**Análisis descriptivo de la distribución de Rendimientos del IRBQ**

<b>Rendimiento máximo</b>	10,74%
<b>Rendimiento mínimo</b>	0,29%
<b>Media</b>	5,55%
<b>Desviación estándar</b>	1,70%
<b>Coeficiente de asimetría</b>	(0,43)
<b>Curtosis</b>	(0,38)

Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

El histograma de los rendimientos muestra como están distribuidos los retornos diarios de la cartera de renta fija para el período 2013–2014, cuyo valor máximo es 10,74% y su valor mínimo 0,29%, presenta además colas más anchas que una distribución normal.

**Gráfico 9**  
**Histograma del rendimiento del IRBQ**



Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

El gráfico presentado del rendimiento del IRBQ en el período 2013-2014, no se asemeja ni tiene las características de una distribución normal, sin embargo, su comportamiento refleja el rendimiento histórico que han tenido las operaciones de renta fija en el mercado de valores ecuatoriano.

### 3.5 Definición de un portafolio de inversión de un fondo previsional negociado en el mercado de valores.

Los recursos que administran los fondos previsionales, cumplen objetivos que están señalados en sus propios estatutos de creación. La mayor parte de estos fondos son invertidos principalmente por medio del otorgamiento de préstamos a sus propios afiliados y los excedentes son colocados tanto en alternativas que ofrece el sistema financiero, el mercado de valores y otro tipo de inversiones, por tanto, asumen niveles de riesgo que podrían constituirse en potenciales pérdidas que deberán ser analizadas.

El mercado de valores ecuatoriano ofrece alternativas de inversión tanto en renta fija, como en renta variable. En renta fija existen ofertas de títulos valores de deuda de emisores como papel comercial, con vencimientos menores a 360 días; emisiones de obligaciones con vencimientos de mediano plazo; titularizaciones con vencimientos en el mediano y largo plazo; y, bonos del Estado ecuatoriano a corto, mediano y largo plazo, entre los principales.

Cabe indicar que en el mercado de valores ecuatoriano no existen títulos valores que se negocien a descuento en plazos mayores a un año, como los títulos de mercados internacionales que son referentes para la determinación de la tasa de interés de mercado, no obstante, existen títulos denominados cero cupón, con vencimientos menores a 360 días, cuyos precios no son reportados en el vector diario de precios en el que se incluyen exclusivamente títulos con vencimientos superiores a un año.

Para el desarrollo de la presente investigación se plantea en primer lugar, la selección y definición de un portafolio con cinco activos financieros de renta fija cuyas características generales se presentan a continuación:

Cuadro 8  
**Características generales de los títulos del portafolio**

Título	Calificación de riesgo	Sector del emisor	Emisor	Título valor	Fecha emisión	Fecha vencimiento	Tasa interés cupón
A	AAA	Comercial	Agripac - III Tit.	Titularización	oct-12	oct-16	8,000%
B	AAA	Financiero	Banco Pichincha	Obligaciones	dic-12	dic-20	9,000%
C	AAA	Comercial	El Rosado	Obligaciones	sep-11	sep-16	7,000%
D	AAA	Industrial	La Fabril - II Tit.	Titularización	sep-11	sep-16	7,500%
E		Estatal	Ministerio Finanzas	Bono	ago-12	ago-17	5,070%

Fuente: Bolsa de Valores de Quito.  
Elaboración propia

Se consideraron títulos valores con las mejores calificaciones de riesgo del mercado ecuatoriano (AAA), de varios sectores de la economía (industrial, comercial, financiero, Estado), con plazos cuyos vencimientos no se ubiquen en el período de análisis 2013-2015. La calificación de riesgo presentada es la que se encuentra vigente.

El título A, corresponde a una titularización cuyo originador es la empresa Agripac S.A., empresa constituida el 9 de febrero de 1972, con más de 40 años de trayectoria en el mercado ecuatoriano de insecticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes, medicinas de uso veterinario, semillas, productos elaborados o semielaborados para la agricultura, ganadería, acuicultura y salud pública, entre otros, con una amplia red de distribución a nivel nacional, dotados de un stock de productos completos que aseguran el abastecimiento de productos para el mantenimiento de los principales cultivos de cada zona del país (Agripac S.A. 2012, 245).

Las características del título A son las siguientes: El valor nominal total de la emisión de la serie A es US \$ 7,5 millones, la amortización de los flujos contiene dieciséis pagos de capital trimestral y dieciséis cupones de interés trimestral, tasa de interés 8%, plazo 1440 días y duración, es decir, el plazo promedio ponderado en valor presente de recuperación de los flujos, 2,24 años. La calificación de riesgo inicial otorgada a esta titularización es “AAA-” y corresponde al patrimonio autónomo que tiene excelente capacidad de generar los flujos de fondos esperados o proyectados y de responder por las obligaciones establecidas en los contratos de emisión.

El título B, corresponde a una emisión de obligaciones convertibles en acciones del Banco Pichincha C.A., con más de 100 años de trayectoria en el mercado financiero ecuatoriano, siendo la institución más grande por tamaño de activos, que le ha permitido crecer de forma sostenida.

Las características del título B son las siguientes: El valor nominal total de la emisión de la clase A US \$ 25,5 millones, treinta y dos pagos de cupones de interés trimestrales, pago de capital al vencimiento, tasa de interés 9%, plazo ocho años y duración 5,79 años. La calificación de riesgo inicial otorgada a esta emisión es “AAA-” y corresponde a los valores cuyos emisores y garantes tienen excelente capacidad de pago del capital e intereses, en los términos y plazos pactados, la cual se estima no se vería afectada ante posibles cambios en el emisor y su garante, en el sector al que pertenecen y en la economía en general (Banco Pichincha 2012, 235, 238).

El título C, corresponde a una emisión de obligaciones de Corporación El Rosado S.A., que se inició en 1936 con una pequeña pastelería, posteriormente se desarrolló el negocio de venta de víveres y artículos varios, creando en el país la modalidad de auto servicio en lo que se denominó Supermercados “El Rosado”. Como compañía se constituyó el 16 de diciembre de 1954 dedicándose a la importación de mercaderías nacionales y extranjeras, muebles e inmuebles, acciones y representaciones. En 2005, amplió su objeto social para realizar actividades de telecomunicaciones y ensamblaje de vehículos. En 2008 se resolvió cambiar su razón social a Corporación El Rosado, constituyéndose en uno de los grupos empresariales más importantes del país, desarrollando actividades de comercio al menor, producción y entretenimiento.

Las características del título C son las siguientes: El valor nominal total de la emisión de la clase R US \$ 15 millones, veinte pagos de capital e intereses trimestrales, tasa de interés 7%, plazo cinco años y duración 2,36 años. La calificación de riesgo inicial otorgada a esta emisión es “AAA” y corresponde a los valores cuyos emisores y garantes tienen excelente capacidad de pago del capital e intereses, en los términos y plazos pactados, la cual se estima no se vería afectada ante posibles cambios en el emisor y su garante, en el sector al que pertenece y en la economía en general (Corporación El Rosado S.A. 2011).

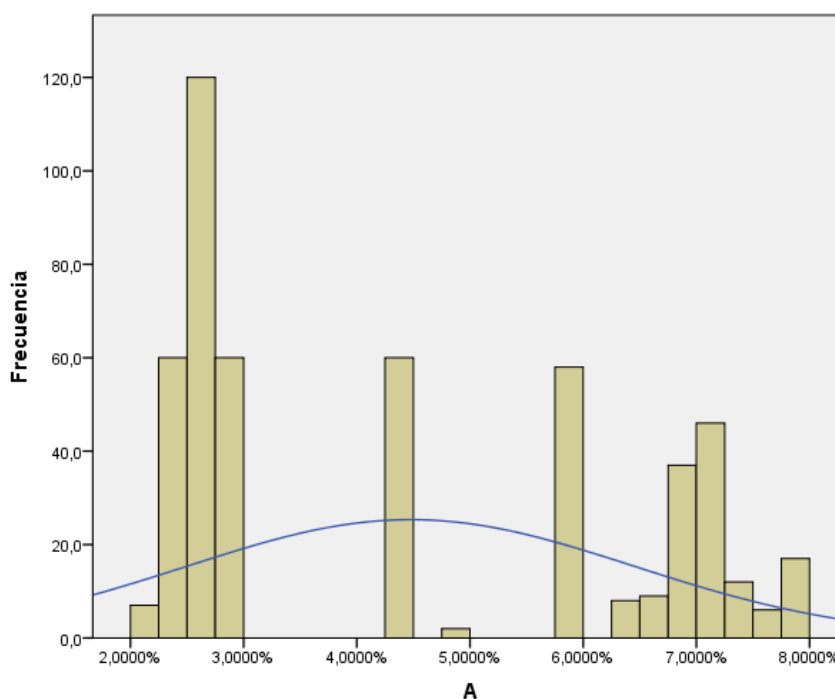
El título D, corresponde a una titularización cuyo originador es la empresa La Fabril S.A., empresa constituida el 28 de marzo de 1935, como comercializadora textil. En 1968, reinicia sus operaciones como comercializadora de algodón en rama, extendiéndose al sector agroindustrial como desmotadora y procesadora de algodón. En 1978, incursiona en la rama industrial como refinadora de aceites y grasas vegetales. En 1981, incursiona en el suministro de sus propias materias primas integrando al grupo dos empresas dedicadas a la producción y extracción de aceite de palma.

Las características del título D son las siguientes: El valor nominal total de la emisión de la serie C es US \$ 7 millones, dieciocho pagos de capital trimestrales con dos períodos de gracia, veinte cupones de intereses trimestrales, tasa de interés 7,5%, plazo 1800 días y duración de 3,32 años. La calificación de riesgo inicial otorgada a esta titularización es “AAA” y corresponde al patrimonio autónomo que tiene excelente capacidad de generar los flujos de fondos esperados o proyectados y de responder por las obligaciones establecidas en los contratos de emisión (La Fabril 2011).

El título E, corresponde a una emisión del Ministerio de Finanzas en bonos del Estado No. 007, con las siguientes características: La fecha de emisión 1 de agosto de 2012, fecha de vencimiento 1 agosto de 2017, pago de interés semestral, pago de capital al vencimiento, tasa de interés 5,07%. La duración de este tramo de deuda es 4,48 años. Los títulos emitidos por el Ministerio de Finanzas, no tienen calificación de riesgo.

A continuación se presentan el histograma que muestra como se ha distribuido el rendimiento del título A, titularización de Agripac, en el período 2013-2014:

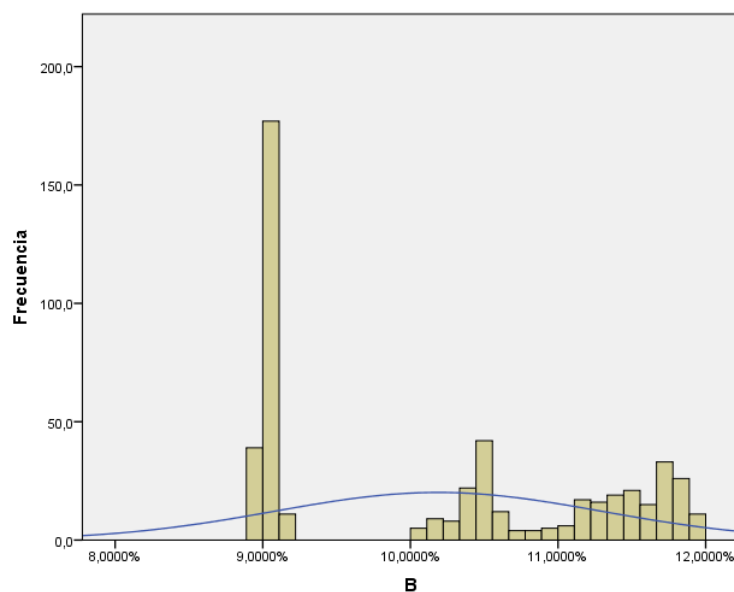
Gráfico 10  
**Histograma de los rendimientos del título A Titularización Agripac**



Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

El siguiente gráfico corresponde al histograma que muestra como se ha distribuido el rendimiento del título B, obligación convertible en acciones de Banco Pichincha, período 2013-2014:

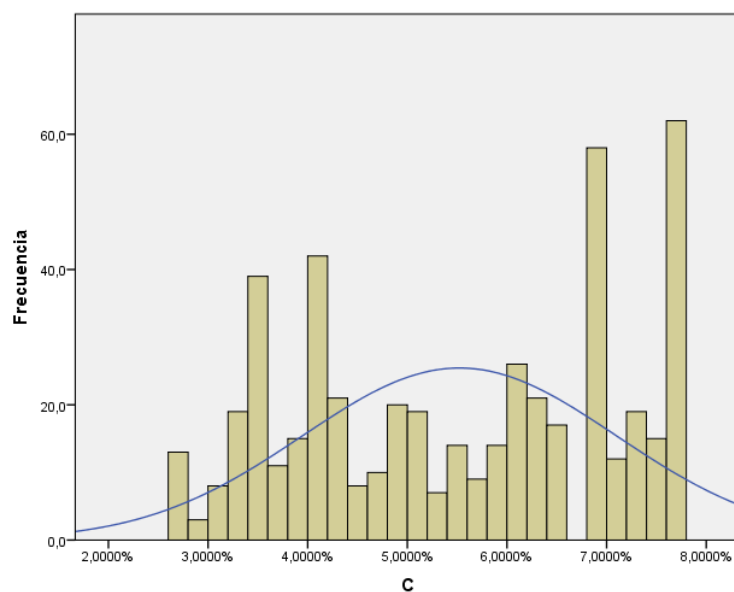
Gráfico 11  
**Histograma de los rendimientos del título B Obligaciones Banco Pichincha**



Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
 Elaboración propia

En el siguiente gráfico se presenta el histograma del rendimiento del título C, obligación Corporación El Rosado, en el período 2013-2014:

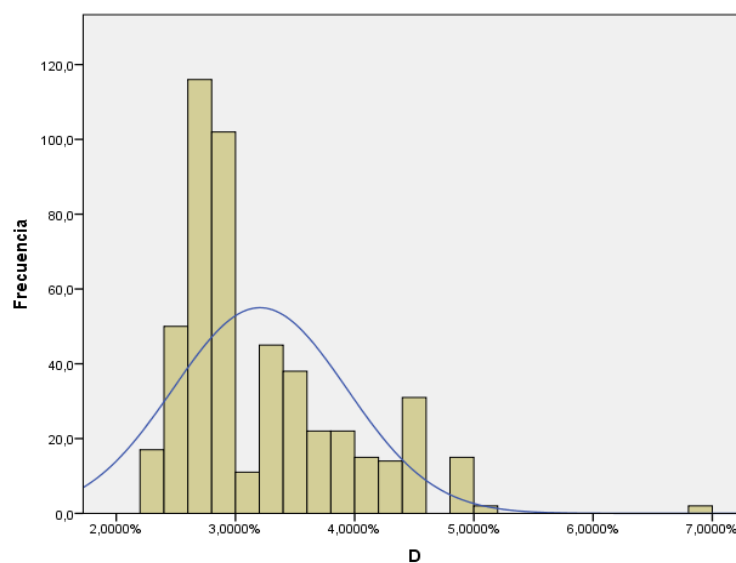
Gráfico 12  
**Histograma de los rendimientos del título C Obligaciones Corporación El Rosado**



Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
 Elaboración propia

El siguiente gráfico corresponde al histograma del rendimiento del título D, titularización La Fabril, en el período 2013-2014:

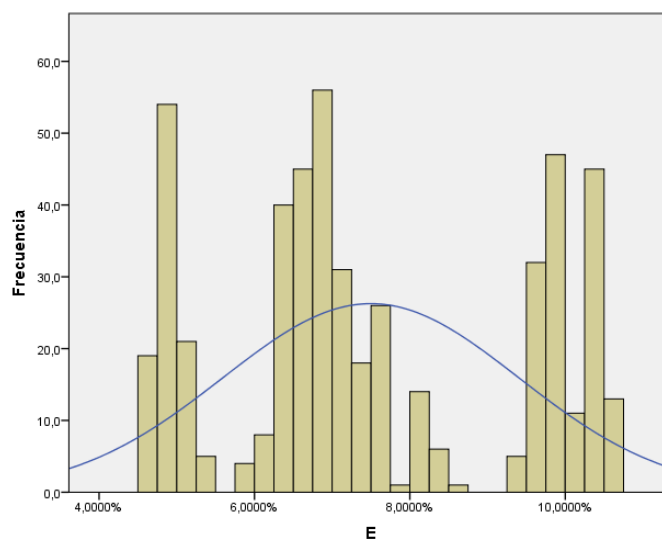
Gráfico 13  
Histograma de los rendimientos del título D Titularización La Fabril



Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

Finalmente, se presenta el gráfico que corresponde al histograma del rendimiento del título E, bono del Estado 007 del Ministerio de Finanzas, en el período 2013-2014:

Gráfico 14  
Histograma de los rendimientos del título E bono del Estado



Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

Como se pudo observar gráficamente en los histogramas de la serie de los rendimientos de los títulos valores, su forma no se comporta como una distribución normal, lo cual se comprobó utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov en la que para ninguna serie de rendimientos el nivel de significancia fue superior a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula de normalidad de las distribuciones.

A continuación se va a definir el valor de la posición inicial del portafolio al 2 de enero de 2013, con los pesos o porcentajes de participación para cada título valor considerando que estos activos tienen un horizonte de vencimiento mayor a septiembre de 2016; se inicia con una inversión a valor nominal de US \$ 1 millón y un peso de cada título en la cartera total que va de 17 a 21,8%, por efecto de la variación del precio de los títulos en el mercado al momento de iniciar la operación.

Cuadro 9  
**Posición inicial del portafolio de activos financieros**

Concepto	A	B	C	D	E	TOTAL
Valor Nominal	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 1.000.000
Precio de los títulos	99,9974%	100,0105%	99,0315%	106,4422%	83,1197%	
Valor Efectivo	\$ 199.995	\$ 200.021	\$ 198.063	\$ 212.884	\$ 166.239	\$ 977.203
Peso	20,5%	20,5%	20,3%	21,8%	17,0%	100%

Fuente: Bolsa de Valores de Quito (precio de los títulos)  
Elaboración propia

El valor efectivamente desembolsado o invertido, se obtiene al multiplicar el valor nominal de cada título por su precio vigente o precio de mercado al 2 de enero de 2013, es decir, la inversión inicial a valor nominal por US \$ 1 millón, implica un desembolso efectivo de US \$ 977.203, sin considerar los costos de negociación respectivos.

Los precios de los títulos valores o vectores de precios, se los obtiene en la página web de la Bolsa de Valores de Quito, los cuales son publicados de forma diaria y mensual.<sup>3</sup>

Con las ponderaciones de cada título en el portafolio se calculó su rentabilidad en tres períodos:

- Período enero 2013 – diciembre 2014.
- Período enero – julio 2015; y,
- Período enero 2013 – julio 2015:

---

<sup>3</sup> Para consultar los precios de los títulos valores que se negocian en el mercado de valores, se debe ingresar en <http://www.bolsadequito.info/valoracion/vector-diario/diario/>



Cuadro 10  
**Rendimiento del portafolio de activos financieros**

Periodo	Rendimiento					
	A	B	C	D	E	Prom.Pond.
2013-2014	4,47%	10,19%	5,52%	3,21%	7,50%	6,09%
Ene-Jul 2015	3,08%	12,09%	4,36%	3,12%	5,41%	5,59%
2013 - Jul 2015	4,16%	10,61%	5,26%	3,19%	7,03%	5,98%

Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

Como puede apreciarse se observa un mayor rendimiento de los activos financieros en el período enero 2013–diciembre 2014, con un rendimiento promedio ponderado anual de 6,09%; el segundo período enero-julio de 2015, se observa una disminución del rendimiento promedio a 5,59%; y, finalmente en toda la serie de enero de 2013 a julio de 2015, el rendimiento promedio alcanza 5,98%. El título B presenta el mayor rendimiento con 10,61%, el título D genera la menor rentabilidad en todo el período con 3,19%.

En cuanto a la volatilidad de la serie de rendimientos de la cartera de activos se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 11  
**Volatilidad del portafolio de activos financieros**

Periodo	Volatilidad Anualizada				
	A	B	C	D	E
2013-2014	31,37%	17,56%	24,99%	11,56%	30,26%
Ene-Jul 2015	22,37%	0,89%	33,19%	21,36%	16,41%
2013 - Jul 2015	30,99%	19,93%	28,08%	14,33%	31,00%

Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

Los títulos A y E presentan los mayores niveles de volatilidad de la serie total con 30,99 y 31,00%, respectivamente. El título B presenta una volatilidad anualizada atípica en el período enero – julio de 2015, con 0,89%. En este contexto y en resumen, los resultados de rendimiento y volatilidad se presentan a continuación:

Cuadro 12  
**Rendimiento y Volatilidad del portafolio de activos financieros**

Periodo	Rendimiento	Volatilidad anual
2013-2014	6,09%	12,75%
Ene-Jul 2015	5,59%	8,96%
2013 - Jul 2015	5,98%	12,46%

Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

La serie de rendimientos y volatilidades del portafolio, presenta 2 períodos que se caracterizan por distintos niveles de rentabilidad y volatilidad. El período enero de 2013–diciembre de 2014, en el que se presenta la mayor rentabilidad y volatilidad del período y el período que va de enero a julio de 2015, con menor rendimiento y baja volatilidad. El rendimiento promedio ponderado en el período analizado alcanza 5,98% con una volatilidad de los rendimientos de 12,46%.

### **3.6 Metodología para establecer el valor en riesgo del portafolio de inversión de los activos financieros de renta fija.**

Al ser tanto el VaR como el CVaR estimaciones de tipo estadístico, se debe establecer previamente algunos parámetros para su cálculo:

- La unidad de tiempo de la estimación a efectuarse será de un día, es decir, se establecerá el VaR y CVaR de un día.
- Para calcular el VaR y CVaR, el intervalo o nivel de confianza establecido será del 95 y 99%.
- La moneda de referencia es el dólar americano.
- Se introduce la hipótesis de normalidad de la serie de datos de las variables utilizadas aplicando la metodología paramétrica.
- Para la ventana temporal o período de análisis se utilizarán las observaciones comprendidas entre el 2 de enero de 2013 y el 29 de julio de 2015, es decir un total de 646 días de negociaciones de los títulos valores, dividido en 2 subperíodos:
  - Período que va desde 2 de enero de 2013 al 30 de diciembre de 2014, el cual es el punto de partida del proceso de estimación del VaR y CVaR, comprende 502 días de operaciones de mercado; y
  - Período que va de 5 de enero de 2015 al 29 de julio de 2015, con 144 días de operaciones de mercado con el cual se efectuará el *Backtesting* de la metodología utilizada

La volatilidad diaria individual de los títulos valores que conforman el portafolio de activos, se presenta a continuación:

**Cuadro 13**  
**Volatilidades diarias individuales**

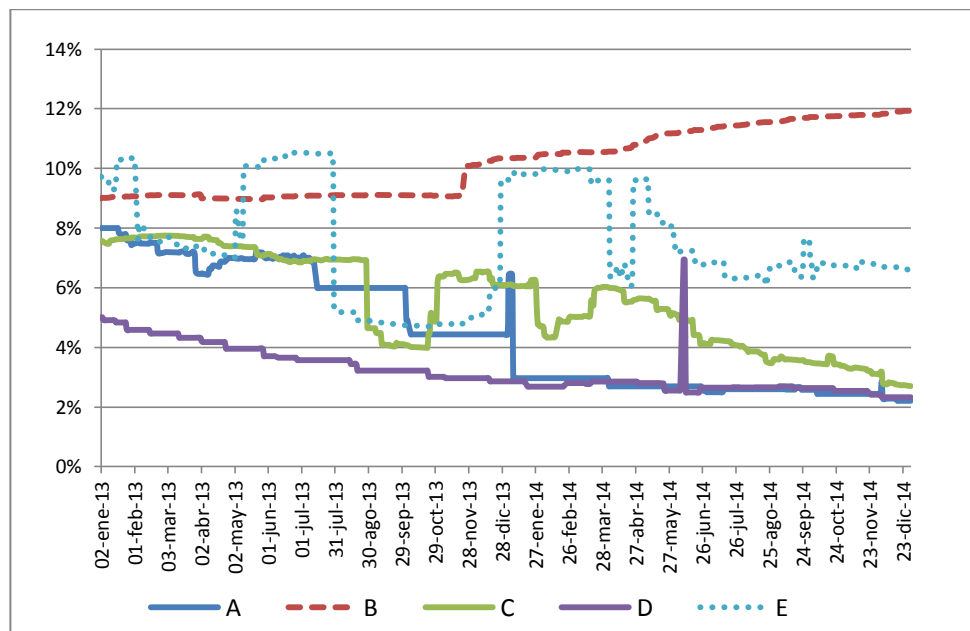
Concepto	A	B	C	D	E
Volatilidad diaria	1,9760%	1,1059%	1,5743%	0,7282%	1,9062%

Fuente: Bolsa de Valores de Quito, vectores de precios  
Elaboración propia

Los títulos con volatilidad diaria más baja, son de los emisores del sector industrial y del sistema financiero con 0,7282% y 1,1059%, respectivamente, mientras que los títulos con mayor volatilidad corresponden a los emisores del sector comercial y del Estado, con 1,9760% y 1,9062, respectivamente

A continuación se presenta el gráfico que muestra la evolución del rendimiento de los activos financieros individuales que conforman el portafolio de inversiones, en el período 2013–2014.

**Gráfico 15**  
**Evolución del rendimiento individual de los títulos del portafolio**  
**período 2013-2014**



Fuente: Bolsa de Valores de Quito  
Elaboración propia

Se observa en conjunto un decrecimiento del rendimiento de los títulos valores que conforman el portafolio en el período 2013–2014, con la excepción del título B del emisor del sistema financiero que muestra un incremento del rendimiento a niveles cercanos al 12%.

### 3.7 El valor en riesgo paramétrico individual.

Para calcular el valor en riesgo de un activo financiero, bajo la metodología paramétrica, utilizaremos la fórmula indicada en 2.11.1 de los modelos paramétricos:

$$VaR = F \times S \times \sigma \times \sqrt{t}$$

En donde F representa el factor que determina el nivel de confianza del cálculo, para un nivel de confianza de 95%, F es igual a 1,6449 y para un nivel de confianza de 99%, F es igual a 2,3263.

El monto de la inversión inicial realizada en el activo financiero, fue efectuado el 2 de enero de 2013, se representa por S y se le conoce también como la exposición al riesgo.

La desviación estándar de los rendimientos del activo se la representa como  $\sigma$  y es la volatilidad diaria del activo financiero.

El factor de ajuste  $\sqrt{t}$ , permite transformar la volatilidad diaria en plazos superiores. En este caso al estar definido el horizonte de estimación del VaR en 1 día, no se considera puesto que la raíz cuadrada de 1 es igual a 1.

En el cuadro 14 se muestra el resultado del VaR paramétrico individual con 95% de nivel de confianza de los cinco activos financieros que forman el portafolio de inversión.

Cuadro 14  
**VaR paramétrico individual con 95% de nivel de confianza**

Concepto	A	B	C	D	E	TOTAL
Valor inicial	\$ 199.995	\$ 200.021	\$ 198.063	\$ 212.884	\$ 166.239	\$ 977.203
Volatilidad diaria	1,9760%	1,1059%	1,5743%	0,7282%	1,9062%	
Nivel Confianza (95%)	1,6449	1,6449	1,6449	1,6449	1,6449	
VaR individual	\$ 6.500,42	\$ 3.638,42	\$ 5.128,92	\$ 2.549,79	\$ 5.212,42	\$ 23.030

Fuente y elaboración propia

El VaR individual más alto, o la mayor pérdida esperada con el 95% de confianza asciende a US \$ 6.500,42 y corresponde al título A, que presenta la mayor volatilidad diaria. El VaR individual más bajo, o el que presenta la menor pérdida esperada con el 95% de confianza, es igual a US \$ 2.549,79 y corresponde al título D, que presenta la menor volatilidad diaria.

En definitiva el resultado obtenido del VaR individual, es un múltiplo de la desviación estándar.

Si efectuamos la suma de los VaR individuales, el resultado es el VaR bruto del portafolio o VaR no correlacionado o VaR no diversificado.

Para un nivel de confianza de 95% el VaR bruto es igual a US \$ 23.030 y se constituye en un valor que no considera los beneficios propios de la diversificación en términos de reducción del nivel de riesgo.

En el cuadro 15 se muestra el resultado del VaR paramétrico individual con 99% de nivel de confianza de los cinco activos financieros que forman el portafolio de inversión.

Cuadro 15  
**VaR paramétrico individual con 99% de nivel de confianza**

Concepto	A	B	C	D	E	TOTAL
Valor inicial	\$ 199.995	\$ 200.021	\$ 198.063	\$ 212.884	\$ 166.239	\$ 977.203
Volatilidad diaria	1,9760%	1,1059%	1,5743%	0,7282%	1,9062%	
Nivel Confianza (99%)	2,3263	2,3263	2,3263	2,3263	2,3263	
VaR individual	\$ 9.193,67	\$ 5.145,88	\$ 7.253,93	\$ 3.606,21	\$ 7.372,02	\$ 32.572

Fuente y elaboración propia

Los resultados obtenidos son similares a los alcanzados con el nivel de confianza del 95% y tampoco considera los beneficios de la diversificación que debería reducir el nivel de riesgo.

En términos globales el VaR no diversificado llegó a US \$ 32.572 con el 99% de nivel de confianza, valor superior al VaR no diversificado con el 95% de nivel de confianza, por lo que podríamos concluir que a mayor nivel de confianza mayor VaR no diversificado.

### 3.8 El valor en riesgo paramétrico del portafolio de activos financieros.

Para estimar el valor en riesgo del portafolio de activos financieros por medio de la metodología paramétrica, utilizaremos la fórmula indicada en 2.11.1 de los modelos paramétricos y debe considerar los efectos de la diversificación con las correlaciones de los rendimientos de los activos que conforman el portafolio que se denomina método de matriz de varianza – covarianza o delta-normal:

$$VaR_p = F x S x \sigma_p x \sqrt{t}$$

$$\sigma_p = \sqrt{[w]^T [\Sigma] [w]}$$

$$[\Sigma] = [\sigma][C][\sigma]$$

En donde la letra F representa el factor que determina el nivel de confianza del cálculo, para un nivel de confianza de 95%, F es igual a 1,6449 y para un nivel de confianza de 99%, F es igual a 2,3263.

La letra S representa el valor del portafolio inicial US \$ 977.203, que fue comprado el 2 de enero de 2013 y representa la inversión inicial efectuada en los cinco activos financieros, también se le conoce como la exposición al riesgo.

La desviación estándar de los rendimientos del portafolio se representa como  $\sigma_p$  y es la volatilidad diaria del portafolio.

La expresión  $\sqrt{t}$  es un factor de ajuste que permite transformar la volatilidad diaria a plazos superiores, para este ejercicio el horizonte de estimación del VaR es un día.

El vector de pesos de las posiciones del portafolio se representa con  $[w]$ .

El vector traspuesto de pesos del portafolio se expresa con  $[w]^T$ .

La matriz de varianza-covarianza y las correlaciones entre los activos financieros del portafolio se expresan con  $[\Sigma]$ .

La matriz de correlaciones de los rendimientos de los activos del portafolio se representa con  $[C]$ .

Para calcular el VaR paramétrico del portafolio de activos financieros se debe incorporar el efecto correlación entre los activos. El VaR de un portafolio no coincide con la suma de los valores del VaR de cada activo financiero, debido a la correlación imperfecta que existe entre dichos activos.

Como primer paso, iniciamos con la construcción de la matriz de correlaciones de nuestro portafolio, cuya matriz se obtuvo a partir de los coeficientes de correlación entre las series de rentabilidades históricas individuales correspondiente a los cinco activos financieros considerados, la cual además de cuadrada es simétrica, los resultados se presentan a continuación:

Cuadro 16  
**Matriz de correlaciones del portafolio de activos financieros [C]**

	A	B	C	D	E
A	1,00000	-0,90246	0,81041	0,85767	0,19417
B	-0,90246	1,00000	-0,80262	-0,73911	-0,10078
C	0,81041	-0,80262	1,00000	0,77365	0,35451
D	0,85767	-0,73911	0,77365	1,00000	0,24815
E	0,19417	-0,10078	0,35451	0,24815	1,00000

Fuente y elaboración propia

En segundo lugar, vamos a calcular  $[\Sigma]$ , es decir, la matriz de varianza-covarianza que incluye las correlaciones entre los activos financieros que conforman el portafolio. Su fórmula de cálculo es  $[\Sigma] = [\sigma][C][\sigma]$ , y representa la multiplicación del vector de volatilidades por el vector de correlaciones y nuevamente por el vector de volatilidades:

Cuadro 17  
**Matriz de volatilidades del portafolio de activos financieros  $[\sigma]$**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
A2	0,00%	1,11%	0,00%	0,00%	0,00%
A3	0,00%	0,00%	1,57%	0,00%	0,00%
A4	0,00%	0,00%	0,00%	0,73%	0,00%
A5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,91%

Fuente y elaboración propia

A continuación se presenta la matriz de varianza – covarianza del portafolio de 5 activos financieros.

Cuadro 18  
**Matriz de Varianza - Covarianza del portafolio  $[\Sigma] = [\sigma][C][\sigma]$**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	0,0003905	-0,0001972	0,0002521	0,0001234	0,0000731
A2	-0,0001972	0,0001223	-0,0001397	-0,0000595	-0,0000212
A3	0,0002521	-0,0001397	0,0002479	0,0000887	0,0001064
A4	0,0001234	-0,0000595	0,0000887	0,0000530	0,0000344
A5	0,0000731	-0,0000212	0,0001064	0,0000344	0,0003634

Fuente y elaboración propia

Corresponde calcular la volatilidad del portafolio, aplicando  $\sigma_p = \sqrt{[w]^T [\Sigma] [w]}$ , en donde  $w$  es el vector del peso de los activos financieros en el portafolio,  $w^T$  es su transpuesta y  $[\Sigma]$ , es la matriz de varianza y covarianza del portafolio de activos.

Cuadro 19  
**Vector de pesos de los activos en el portafolio**

A1	A2	A3	A4	A5
20,5%	20,5%	20,3%	21,8%	17,0%

Fuente y elaboración propia

Luego de la multiplicación indicada, se obtiene como resultado la volatilidad diaria del portafolio de activos financieros  $\sigma_p$  que asciende a 0,8033% y en términos anualizados es igual a 12,75%.

Con los resultados parciales obtenidos, se procede a calcular el VaR del portafolio de activos financieros de 1 día, con el 95% de nivel de confianza, en donde  $VaR_p = F \times S \times \sigma_p \times \sqrt{t}$ , asciende a US \$ 12.911,40.

Al efectuar la suma de los VaR individuales de los cinco activos financieros, el resultado fue US \$ 23.030 y representa el VaR bruto del portafolio o VaR no correlacionado o VaR no diversificado, con un nivel de confianza de 95%, valor que no toma en cuenta los beneficios propios de la diversificación del portafolio en términos de reducción del nivel de riesgo.

En el cuadro 20 se presenta el resultado de la reducción del nivel de riesgo, del portafolio de activos financieros, con un nivel de confianza de 95%, cuyo efecto diversificación es US \$ 10.119 y por la combinación de activos establecida en el modelo, genera un VaR del portafolio o VaR diversificado de US \$ 12.911, valor menor que la suma de los VaR individuales que suman US \$ 23.030. El VaR relativo a la posición, definido como la relación entre el VaR y el valor de la inversión inicial, proporciona la magnitud del riesgo y para un nivel de confianza de 95% representa 1,32%.

Cuadro 20  
**VaR relativo y efecto diversificación con NC 95% y 99%**

Concepto	NC 95%	NC 99%
<b>VaR no diversificado</b>	\$ 23.030	\$ 32.572
<b>VaR</b>	\$ 12.911	\$ 18.261
<b>Efecto diversificación</b>	\$ 10.119	\$ 14.311
<b>Ratio VaR / Inversión inicial</b>	1,32%	1,87%

Fuente y elaboración propia

De forma similar, se muestra el resultado de la reducción del nivel de riesgo, con un nivel de confianza del 99%, cuyo efecto diversificación es US \$ 14.311 y por la combinación de activos establecida en el modelo genera un VaR del portafolio o VaR diversificado de US \$ 18.261, valor menor a la suma de los VaR individuales de los activos. El VaR relativo proporciona la magnitud del riesgo y para un nivel de confianza de 99% representa 1,87%.

Una vez que se ha calculado los VaR correlacionados para los diferentes niveles de confianza, se continúa con la estimación de los respectivos CVaR. Se debe considerar que bajo el supuesto de normalidad, ambas medidas de riesgo son equivalentes y coherentes en términos de subaditividad, es decir, cuando la distribución



de pérdidas y ganancias de la cartera es normal, el VaR y CVaR son múltiplos de la desviación estándar, por lo que aplicando la siguiente expresión:

$$CVaR = \frac{e^{\frac{q_{\alpha}^2}{2}}}{\alpha\sqrt{2\pi}} \sigma_x$$

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 21  
**VaR y CVaR paramétrico con NC 95% y 99%**

Concepto	NC 95%	NC 99%
VaR	\$ 12.911	\$ 18.261
CVaR	\$ 16.196	\$ 20.926
Ratio CVaR / Inversión inicial	1,66%	2,14%
Ratio VaR / CVaR	79,72%	87,26%

Fuente y elaboración propia

Con niveles de confianza de 95 y 99%, el CVaR calculado de la cartera con la metodología paramétrica asciende a US \$ 16.196 y US \$ 20.926, comparado con la inversión inicial representa 1,66 y 2,14% del portafolio total, respectivamente; es decir, el CVaR se constituye en la magnitud de la pérdida media del portafolio en un horizonte de un día, siempre y cuando se haya superado el umbral del VaR.

El ratio VaR / CVaR es 79,72 y 87,26% para niveles de confianza de 95 y 99%, respectivamente, representa cuanto del VaR es explicado o forma parte del CVaR. Se constituye en una medida para los administradores de portafolios ya que relaciona la máxima pérdida esperada con la pérdida media que supera el umbral.

Del análisis del VaR relativo y del efecto diversificación, podemos inferir que la estimación del VaR del portafolio de activos financieros depende del nivel de confianza que se utilice; así también el VaR relativo, proporciona una medida de la cantidad de riesgo que se está asumiendo al gestionar un portafolio de activos financieros y muestra una relación directa con el nivel de confianza que se adopte.

En cuanto al CVaR se constituye en una medida alternativa al VaR que cuantifica las pérdidas que se pueden encontrar en las colas de la distribución que están alejadas de la media, una vez superado el umbral del VaR. Al relacionar el CVaR con la posición inicial del portafolio nos da una medida de la magnitud del valor en riesgo que tiene una cartera de activos. Si se relaciona el VaR con el CVaR proporciona

información a los administradores de portafolios sobre el nivel de riesgo que se está asumiendo al gestionar una cartera de activos financieros.

En vista de que la serie de datos no se asemeja ni tiene las características de una distribución normal, se utilizará la metodología no paramétrica como la simulación histórica para el cálculo del VaR y CVaR del portafolio de activos financieros.

### **3.9 El valor en riesgo y el valor en riesgo condicional del portafolio de inversión por medio del modelo no paramétrico de simulación histórica.**

Los modelos no paramétricos como el de simulación histórica, fundamentan sus posibles escenarios de distribución de rendimientos en función de los datos históricos. La premisa de este modelo es mantener la posición actual de la cartera, obteniéndose una serie de rendimientos observados en el pasado para el horizonte temporal analizado y por tanto, formar una distribución de las pérdidas y ganancias del portafolio que serán utilizadas para cuantificar el VaR y CVaR a un determinado nivel de confianza y en un horizonte determinado de tiempo.

La principal ventaja del modelo de simulación histórica es que no depende del supuesto de normalidad de la distribución de los rendimientos de los activos financieros, lo que permite establecer una mejor estimación del VaR en presencia de distribuciones de colas anchas.

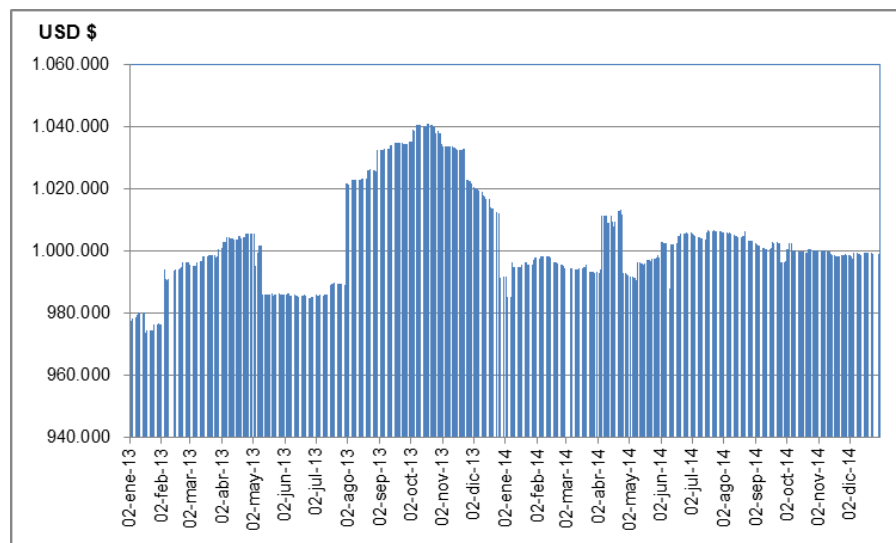
Con las ponderaciones de nuestro portafolio y utilizando los precios diarios de cada uno de los cinco activos financieros seleccionados, vamos a estimar las ganancias o pérdidas del portafolio que de forma diaria se habrían obtenido en el período de análisis 2013-2014.

Para el efecto, se va a considerar la variación de los precios de cada activo financiero que forma parte de la cartera de activos financieros y que se refleja en el resultado del portafolio global, justamente este es el riesgo de mercado a que está expuesto el portafolio, sin considerar los intereses que generan los activos financieros y manteniendo la posición inicial del portafolio.

Como resultado de lo señalado, en el período 2013–2014, el portafolio que inició el 2 de enero de 2013 con una inversión de US \$ 977.203, al 30 de diciembre de 2014 habría incrementado su valor a US \$ 998.344, con una utilidad por efecto de la

variación diaria de los precios de los activos financieros de US \$ 21.142, lo que representa el 2,16% del portafolio inicial en los 2 años de vigencia del portafolio.

Gráfico 16  
Evolución del valor del portafolio global período 2013-2014



Fuente y elaboración propia

Como se puede apreciar, han existido períodos de crecimiento del valor de mercado del portafolio y también períodos con caídas del portafolio, sin embargo, de junio a diciembre de 2014 el valor del portafolio se mantiene con relativa estabilidad. La variabilidad del valor del portafolio se debe a las fluctuaciones de los precios de los activos financieros en este período.

A continuación se presenta un análisis descriptivo de la distribución de pérdidas y ganancias del portafolio global.

Cuadro 22  
Análisis descriptivo de las pérdidas y ganancias del portafolio global 2013-2014

<b>Ganancia máxima</b>	\$ 32.579,04
<b>Pérdida máxima</b>	\$ (20.780,38)
<b>Media</b>	\$ 42,20
<b>Desviación estándar</b>	\$ 2.814,90
<b>Coefficiente de asimetría</b>	2,21
<b>Curtosis</b>	55,81
<b>Resultado global</b>	\$ 21.141,58

Fuente y elaboración propia

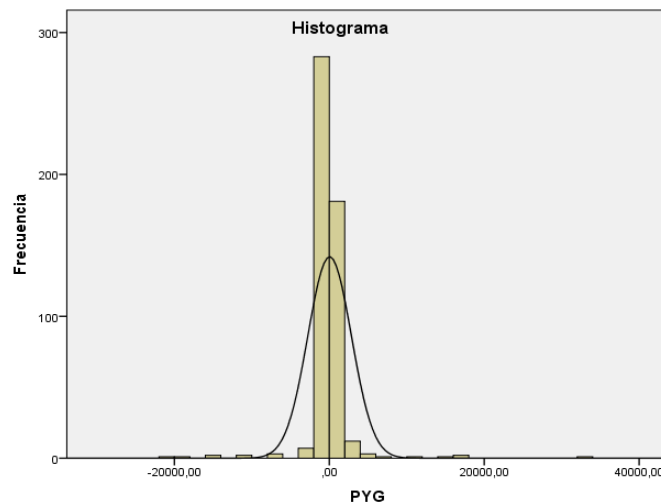
El promedio de ganancias diarias del portafolio constituido por los cinco activos financieros en este período fue de US \$ 42,20. La ganancia y pérdida máxima fue de US \$ 32.579 y US \$ -20.780, respectivamente.

El coeficiente de kurtosis refleja el grado de concentración que presenta la serie alrededor de la media, su valor de 55,81 es muy superior al de una distribución normal y refleja una distribución con alto grado de concentración alrededor del promedio de la serie.

La asimetría muestra si la curva que forman los valores de la serie presenta la misma forma a la izquierda y derecha del promedio de la serie, su valor de 2,21 muestra asimetría positiva, es decir, existe mayor concentración de valores a la derecha del promedio de la serie que a su izquierda.

En el siguiente gráfico se puede observar que la distribución de las pérdidas y ganancias del portafolio en el período 2013–2014.

Gráfico 17  
**Histograma de las pérdidas y ganancias del portafolio global 2013 - 2014**



Fuente y elaboración propia

Las pérdidas y ganancias se concentran alrededor del promedio de la serie histórica US \$ 42,20 con una desviación estándar o variabilidad de la serie de US \$ 2.814,90. Los valores extremos en las colas de la distribución determinan una ganancia y pérdida máxima de US \$ 32.579 y US \$ -20.780, respectivamente, en este período.

Para determinar el VaR y el CVaR, luego de calcular las ganancias y pérdidas de la cartera de inversión, se procedió a ordenar los resultados de menor a mayor y dado que la serie contiene 501 datos, se calculó el número de observaciones en las que se ubicaría el VaR dado el nivel de confianza escogido.

Adicionalmente para el cálculo porcentual, a la serie de las pérdidas y ganancias del portafolio, se procedió a utilizar logaritmos naturales para determinar la variación diaria de los resultados del portafolio.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Cuadro 23  
**VaR y CVaR de las pérdidas y ganancias  
del portafolio global 2013 – 2014**

Nivel Confianza	No.	VaR		CVaR	
		US\$	%	US\$	%
95%	25	987	0,10%	5.646	0,56%
99%	5	10.362	1,04%	16.080	1,61%

Fuente y elaboración propia

Con el modelo de simulación histórica, nivel de confianza del 95% y horizonte temporal de un día, la máxima pérdida esperada se ubica en la observación 25, cuya serie de resultados de forma ordenada corresponde a US \$ 987 y representa una pérdida de 0,10% del portafolio total. Si se supera el umbral del VaR, el CVaR promedio o la pérdida media sería de US \$ 5.646 y constituye una pérdida de 0,56% de la cartera total.

Para un nivel de confianza del 99% y horizonte temporal de un día, la máxima pérdida esperada se ubica en la observación 5, cuya serie ordenada de resultados corresponde a US \$ 10.362 y representa una pérdida de 1,04% del portafolio total. Si se supera el umbral del VaR al 99% de confianza, el CVaR promedio o la pérdida media representa US \$ 16.080 y constituye una pérdida de 1,61% de la cartera total.

En el siguiente cuadro se presenta en resumen los resultados del VaR y CVaR por medio del modelo de simulación histórica.

Cuadro 24  
**VaR y CVaR Simulación histórica con NC 95% y 99%**

Concepto	NC 95%	NC 99%
VaR	\$ 987	\$ 10.362
CVaR	\$ 5.646	\$ 16.080
Ratio VaR / CVaR	17,49%	64,44%

Fuente y elaboración propia

El ratio VaR / CVaR por este método es 17,49 y 64,44% para niveles de confianza de 95 y 99%, respectivamente, representa cuanto del VaR es explicado o forma parte del CVaR, constituyéndose en una medida para los administradores de portafolios que relaciona la máxima pérdida esperada con la pérdida media que supera el umbral.

El CVaR considera los valores que se encuentran en la cola de la distribución, una vez superado el umbral del VaR, lo que para los administradores de fondos previsionales debería constituir una alerta ya que si no se toman las medidas pertinentes el impacto de la pérdida podría ser con un nivel de confianza de 99%, por ejemplo de US \$ 16.080.

Por tanto, el CVaR se constituye en una medida que cuantifica las pérdidas que se pueden encontrar en las colas de la distribución de la serie histórica, una vez que se ha superado el umbral del VaR, es decir, cuantifica en un número la pérdida esperada y la pérdida inesperada media de un portafolio de inversión.

Finalmente, al comparar los resultados alcanzados de los dos métodos analizados, con un nivel de confianza de 95%, el VaR y CVaR por el método de simulación histórica fue de US \$ 987 y US \$ 5.646, mientras que con el modelo paramétrico US \$ 12.911 y US \$ 16.196, respectivamente, es decir, el resultado del VaR por el método paramétrico es superior doce veces al resultado del método de simulación histórica, mientras que el CVaR paramétrico es superior casi dos veces.

Al aumentar el nivel de confianza al 99%, el VaR y CVaR por el método de simulación histórica fue de US \$ 10.362 y US \$ 16.080, mientras que con el modelo paramétrico US \$ 18.261 y US \$ 20.926, respectivamente, es decir, el resultado del VaR por el método paramétrico es superior 76% al resultado del método de simulación histórica, mientras que el CVaR paramétrico es superior 30%. Este resultado se debe a que al aumentar el nivel de confianza, las mediciones son más conservadoras.

Los resultados obtenidos por medio del método histórico son más ajustados en comparación a los resultados generados con el método paramétrico de varianzas y covarianzas, considerando adicionalmente que las distribuciones de las series de los rendimientos no presentan normalidad.

### **3.10 Backtesting del modelo**

Para este análisis, utilizaremos la serie histórica de los precios de los títulos valores, del período que va del 5 de enero al 29 de julio 2015, incluye 144 días y se compararán las excepciones encontradas en el modelo.

Con los resultados diarios obtenidos de las pérdidas y ganancias del portafolio procedemos a efectuar un análisis retrospectivo para comprobar las estimaciones

obtenidas y determinar las excepciones de la ventana temporal, es decir, se calculará 144 VaR y CVaR diarios para niveles de confianza del 95 y 99% y se observará el número de días en los que la pérdida real generada por nuestro portafolio supera la estimaciones determinadas del VaR y CVaR. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Cuadro 25  
**Excepciones del VaR y CVaR NC 95% del portafolio global enero – julio 2015**

Fecha	Pérdidas y Ganancias	Var 95%	Cvar 95%	Excepciones N.C. 95%	Amplitud	Exceso
06/01/2015	(2.669)	(987)	(5.646)	1	(1.682)	(4.659)
09/02/2015	(1.630)	(862)	(5.404)	1	(768)	(4.543)
18/03/2015	(6.349)	(987)	(5.435)	1	(5.362)	(4.448)
10/04/2015	(1.700)	(1.112)	(5.650)	1	(588)	(4.538)
11/05/2015	(4.655)	(1.112)	(5.303)	1	(3.543)	(4.191)
18/05/2015	(5.314)	(1.112)	(4.862)	1	(4.202)	(3.750)
01/07/2015	(3.714)	(1.122)	(5.030)	1	(2.592)	(3.908)
22/07/2015	(15.604)	(1.394)	(5.134)	1	(14.210)	(3.740)
<b>Promedio</b>					<b>(4.118)</b>	<b>(4.222)</b>

Fuente y elaboración propia

El período enero–julio 2015, mostró niveles más bajos de rentabilidad y volatilidad en comparación al período 2013–2014, no obstante se encontraron ocho excepciones, es decir, con un nivel de confianza estadística de 95%, en ocho ocasiones las pérdidas reales superaron el umbral del VaR calculado.

Se ha calculado además la amplitud de las excepciones, que es la diferencia entre la pérdida generada en el portafolio y el valor calculado del VaR y en promedio este valor superó en US \$ 4.118 el nivel del VaR estimado.

También se calculó el exceso calculado como la diferencia entre el CVaR y el VaR, es decir, el exceso que para este período mostró en promedio US \$ 4.222.

Para un nivel de confianza de 99%, en este mismo período, se observó una excepción, es decir, las pérdidas rebasaron el VaR y CVaR en una ocasión, esto debido a que al aumentar el nivel de confianza las mediciones efectuadas con ese nivel son más conservadoras que con el nivel de confianza del 95%.

Cuadro 26  
**Excepciones del VaR y CVaR NC 99% del portafolio global enero – julio 2015**

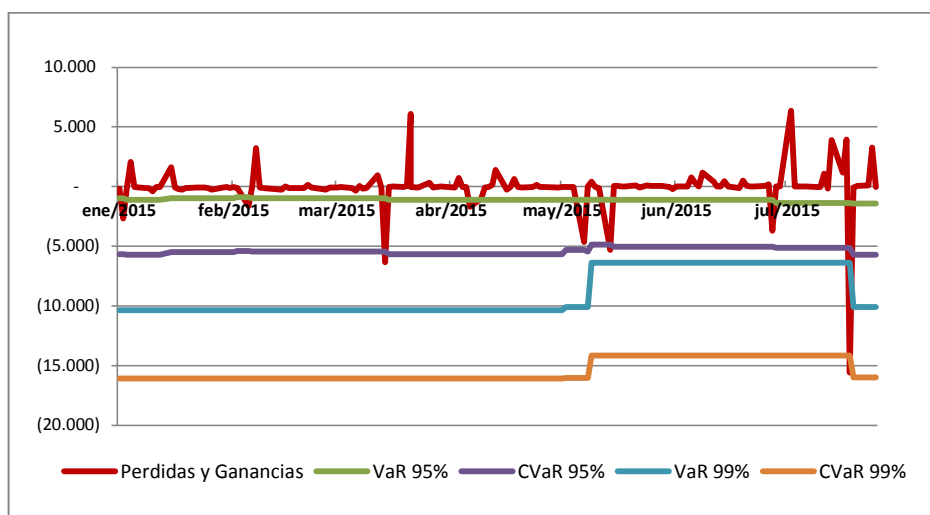
Fecha	Pérdidas y Ganancias	Var 99%	Cvar 99%	Excepciones N.C. 99%	Amplitud	Exceso
22/07/2015	(15.604)	(6.402)	(14.168)	1	(9.202)	(7.766)

Fuente y elaboración propia

La amplitud o la diferencia entre la pérdida del portafolio el 22 de julio de 2015 y el VaR estimado, en la única excepción encontrada fue de US \$ 9.202 y el exceso entre el CVaR y el VaR fue de US \$ 7.766.

El siguiente gráfico permitirá observar de mejor manera la variabilidad de las pérdidas del portafolio y las bandas de los valores estimados del VaR y CVaR calculados al 95 y 99% de confianza, en el período enero–julio de 2015:

Gráfico 18  
Backtesting del portafolio global enero – julio 2015



Fuente y elaboración propia

En el gráfico puede apreciarse como ha variado en este período las ganancias y pérdidas del portafolio, se muestra como la estimación del VaR 95% es superado en ocho ocasiones por las pérdidas del portafolio, el CVaR 95% en tres veces; el VaR 99% y CVaR 99% es superado en una ocasión. Por tanto, las pérdidas que superan el nivel de confianza de 95% muestran un VaR y CVaR con una banda más estrecha, mientras que la banda más ancha que corresponde a un nivel de confianza de 99%, muestran las pérdidas de una manera más conservadora, recogiendo la mayor parte de las potenciales pérdidas del portafolio.

Para los dos niveles de confianza, el CVaR complementa la información generada por el VaR, ya que se convierte en un instrumento que permite conocer de qué manera será la pérdida media una vez que se haya superado el VaR y el *Backtesting* permite cuantificar su desempeño con propósitos de control y regulatorios.



## **Capítulo cuarto**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **4.1 Conclusiones**

- El Índice de Rendimiento de la Bolsa de Valores de Quito es una medida del rendimiento de las operaciones de renta fija que se negocian por medio de la Bolsa de Valores. En el período 2013–2014, el rendimiento promedio del mercado de valores fue superior a la tasa pasiva promedio, lo que refleja que en el mercado de valores existen alternativas con mejores rendimientos que los fondos previsionales podrían considerar al efectuar inversiones. Adicionalmente, la volatilidad de este mercado en este período también fue mayor que la volatilidad de la tasa pasiva, es decir, a mayor rentabilidad los inversionistas asumen mayores niveles de riesgo, por lo que se requiere que las instituciones que administran portafolios de inversión con títulos valores que se negocien en el mercado de valores, cuenten con herramientas que faciliten adecuados sistemas de gestión y control de riesgos.
- Dada su naturaleza, los fondos previsionales tienen como política de inversión priorizar la seguridad a la rentabilidad, es por ello que se determinó un portafolio de inversiones de renta fija con títulos con los mejores niveles de seguridad, escogiéndose activos con calificación de Riesgo “AAA” y “AAA-” y un título del Estado que por definición no tiene riesgo. Los títulos que forman parte del portafolio corresponden al sector comercial (Agripac, Corporación El Rosado), financiero (Banco Pichincha), industrial (La Fabril) y estatal, representativos de nuestra economía que se negocian en el mercado de valores, con una ponderación de los títulos que va del 17 al 21,8% en el portafolio total. El rendimiento promedio del portafolio en el período 2013-2014 fue de 6,09% y la volatilidad 12,75%.
- En el período 2013–2014, el portafolio generó una utilidad por efecto de la variación diaria de los precios de los activos financieros de US \$ 21.142, lo que representa 2,16% del portafolio inicial, variación que es el resultado del efecto de la fluctuación de los precios de cada título que forma parte de la cartera de

activos financieros y que se refleja en el resultado del portafolio global, justamente este es el riesgo de mercado a que está expuesto el portafolio.

- En aplicación de la metodología paramétrica, se considera la hipótesis de normalidad de la serie de datos de las variables utilizadas para estimar el VaR paramétrico individual en un horizonte de un día, con un intervalo de confianza de 95 y 99%, cuyo resultado determinó el VaR del portafolio de US \$ 23.030 y US \$ 32.572, respectivamente. Este método no considera los beneficios de la diversificación que reduce el nivel de riesgo.
- El VaR paramétrico del portafolio global de los activos financieros por el método de varianza-covarianza, incorpora el efecto de la diversificación con las correlaciones de los rendimientos de los activos financieros, con un horizonte de un día y un nivel de confianza de 95 y 99%, se determinó el VaR diversificado en US \$ 12.911 y US \$ 18.261, comparado con el VaR no diversificado se observa una reducción del nivel de riesgo generado por el efecto de diversificación.
- El CVaR calculado con la metodología paramétrica y niveles de confianza de 95 y 99%, asciende a US \$ 16.196 y US \$ 20.926, comparado con la inversión inicial representa 1,66 y 2,14% del portafolio total, respectivamente. Esta medida incorpora tanto la pérdida esperada como la pérdida inesperada media del portafolio en un horizonte de un día, siempre que se haya superado el umbral del VaR.
- El VaR relativo, es un indicador que proporciona la magnitud del riesgo en un portafolio, relaciona el VaR y el valor de la inversión inicial, para un nivel de confianza de 95 y 99% representa 1,32 y 1,87%, respectivamente.
- El ratio VaR / CVaR asciende a 79,72 y 87,26% para niveles de confianza de 95 y 99%, representa que porcentaje de la pérdida esperada es explicada o forma parte del CVaR.
- Del análisis del VaR paramétrico, se determinó que el resultado obtenido del VaR individual es un múltiplo de la desviación estándar, por tanto, títulos con una volatilidad mayor podrían generar las mayores pérdidas en el portafolio, lo cual debería ser considerado como política de inversión por los administradores de fondos previsionales antes de incorporar o mantener activos financieros en el

portafolio global, sin embargo, al aplicar esta metodología se observó falta de normalidad de la distribución de la serie de los retornos de los activos financieros, lo cual lleva a que los resultados sean una aproximación del valor en riesgo del portafolio.

- Con esta limitación, se estimó el VaR y CVaR del portafolio a través del modelo de simulación histórica cuya premisa es mantener las posiciones actuales del portafolio. Para un nivel de confianza del 95% y horizonte temporal de un día, la máxima pérdida esperada corresponde a US \$ 987 y representa una pérdida de 0,10% del portafolio total. Si se supera el umbral del VaR, el CVaR promedio o la pérdida media sería de US \$ 5.646 y constituye una pérdida de 0,56% de la cartera total.
- Con un nivel de confianza del 99% y horizonte temporal de un día, la máxima pérdida esperada se ubica en US \$ 10.362 y representa una pérdida de 1,04% del portafolio total. Si se supera el umbral del VaR al 99% de confianza, el CVaR promedio o la pérdida media ascendería a US \$ 16.080 y constituye una pérdida de 1,61% de la cartera total.
- El modelo histórico ha permitido estimar de una forma más ajustada el VaR y CVaR en presencia de una mayor dispersión o colas anchas de la distribución de la serie de rendimientos.
- El análisis del *Backtesting*, en el período enero–julio 2015, con un nivel de confianza estadística de 95%, determinó que en ocho ocasiones las pérdidas reales superaron el VaR y CVaR calculado. Para un nivel de confianza de 99%, se observó una excepción, es decir, las pérdidas rebasaron el VaR y CVaR en una sola ocasión, esto debido a que al aumentar el nivel de confianza las mediciones efectuadas son más conservadoras que con el nivel de confianza del 95%, recogiendo la mayor parte de las potenciales pérdidas del portafolio.
- El VaR y CVaR resumen el riesgo de mercado en una sola cifra, ya que se concentran en la máxima exposición de riesgo que está comprometido un portafolio de inversiones, entregando información a los administradores para la toma de decisiones.
- El CVaR complementa la información generada por el VaR, ya que se convierte en una medida de la magnitud de la pérdida media una vez superado el VaR de

manera más ajustada, lo que permitirá enfrentar escenarios que limiten el riesgo de mercado ya que cuantifica las pérdidas que se pueden encontrar en las colas de la distribución de la serie histórica de los rendimientos de los activos.

- Al relacionar la inversión inicial del portafolio con el CVaR, nos da una medida de la magnitud del valor en riesgo que tiene una cartera de activos. Si se relaciona el VaR con el CVaR proporciona información a los administradores de portafolios sobre el nivel de riesgo que se está asumiendo al gestionar una cartera de activos financieros.
- Las reservas de los fondos previsionales pueden verse afectadas por efecto del riesgo de mercado, por lo que el CVaR se constituye en una medida complementaria al VaR y contribuye como una referencia para los administradores de estos fondos del nivel de exposición al riesgo que están asumiendo al gestionar un portafolio.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Antes de tomar la decisión de utilizar una metodología paramétrica o no paramétrica, se sugiere que previamente se efectúe un análisis de la metodología a utilizar y dependiendo de ese estudio se considere la mejor opción para calcular el CVaR.
- Con la finalidad de cuantificar el riesgo de mercado ante fluctuaciones de tasas de interés o de los precios de los activos financieros, se recomienda a los administradores de portafolios de inversión, utilizar el CVaR como medida para estimar las pérdidas que podría sufrir un portafolio de activos financieros, ya que incorpora en un solo valor la pérdida esperada y la pérdida media inesperada de un portafolio, debiendo constituirse en un mecanismo de alerta temprana para la toma de decisiones que disminuyan el impacto de la potencial pérdida en el portafolio.
- Los directorios de los fondos previsionales complementarios deberían establecer límites de riesgo a sus administradores, con indicadores como el VaR relativo o el ratio  $\text{VaR} / \text{CVaR}$ , para evaluar el desempeño por riesgo, facilitando una medida de la cantidad de riesgo que se quiere asumir al gestionar un portafolio de activos financieros.

- Para mejorar los resultados de los portafolios se recomienda utilizar el *Backtesting* como una forma de evaluar el desempeño del modelo utilizado y comprobar su calidad y bondad de ajuste.
- El CVaR es una medida que permite conocer la magnitud del riesgo que se está asumiendo al gestionar un portafolio de activos financieros, utilizado como política interna por el directorio de un fondo previsional, permitiría determinar límites para administradores u operadores para disminuir la exposición al riesgo de mercado y mejorar la decisión de asignación de recursos.

## Bibliografía

- Agripac S.A. *Prospecto de Oferta Pública "Tercera titularización de flujos - Agripac"*. 2012. <http://www.bolsadequito.info/normativa/normativa-del-mercado-de-valores/ley-de-mercado-de-valores/> (último acceso: Octubre de 2015).
- Arias Leonel, Rave Silvia y Castaño Juan Carlos. «Metodologías para la medición del riesgo financiero en inversiones.» *Scientia et Technica Año XII, No. 32* (Scientia Et Technica XII), 2006: 275-278.
- Banco Pichincha. *Prospecto de oferta pública de emisión de obligaciones convertibles en acciones Banco Pichincha*. Julio de 2012.  
<http://sigcv.mundobvg.com/Opciones%20de%20Inversion/Renta%20Fija/Prospectos/Banco%20Pichincha/Oca/PROSPECTO%208.pdf> (último acceso: Octubre de 2015).
- BIESS. *Boletín de prensa 2015-024* . 15 de Mayo de 2015. <http://www.biess.fin.ec> (último acceso: Julio de 2015).
- BIS. *Principios básicos para una supervisión efectiva*. Diciembre de 2011. [http://www.bis.org/publ/bcbs213\\_es.pdf](http://www.bis.org/publ/bcbs213_es.pdf) (último acceso: Julio de 2015).
- Bolsa de Valores de Guayaquil. *Diccionario de Economía y Finanzas*. Guayaquil: Bolsa de Valores de Guayaquil, 2012.
- Bolsa de Valores de Quito. *Guía del Inversionista Bursátil*. Quito: MEDIUM Multimedia, 2006.
- Bolsa de Valores de Quito. «Memoria anual 2013, 16 -17.» Memoria, Quito, 2013.
- Corporación El Rosado S.A. *Prospecto de Oferta Pública Segunda Emisión de Obligaciones Corporación El Rosado S.A.* Septiembre de 2011. <http://sigcv.mundobvg.com/Opciones%20de%20Inversion/Renta%20Fija/Prospectos/Corporacion%20El%20Rosado/Obligaciones/Prospecto%202.pdf> (último acceso: Septiembre de 2015).
- De Lara Haro, Alfonso. *Medición y control de riesgos financieros*. México: Limusa, 2002.
- Feria Domínguez, José Manuel y Oliver Alfonso, María Dolores. «Más allá del valor en riesgo (VeR): el VeR condicional.» *Revista Europea de Dirección y Economía de la empresa*, vol. 16, núm. 2, 2007: 61-70.

- Jara Padilla, Rafael y Melgar Chamorro, Juan Pablo. *VaR vs. CVaR. ¿Qué estimador se ajusta mejor al riesgo de mercado de renta variable en el Perú?* Noviembre de 2007. <http://www.griskm.com/articulo02.pdf> (último acceso: Junio de 2015).
- La Fabril. *Prospecto de Oferta Pública "Fideicomiso mercantil segunda titularización de flujos futuros de fondos La Fabril"*. Septiembre de 2011. <http://sigcv.mundobvg.com/Opciones%20de%20Inversion/Renta%20Fija/Prospectos/Titu%20La%20Fabril/PROSPECTO.pdf> (último acceso: Septiembre de 2015).
- Montalvo, Mariana. *Lea antes de jugar en la bolsa*. Quito: Editorial IMPRIMA, 1998.
- RAE. *Real academia española*. 2012. <http://lema.rae.es/drae/?val=riesgo> (último acceso: 20 de Julio de 2015).
- Romero-Meza, Rafael, y Sigifredo Laengle. *Minimización del Value-at-Risk Condicional (CVaR): El Caso de las AFP's en Chile*. 2005. <http://www.rafaelromero.cl/documentos/Value%20at%20Risk.pdf> (último acceso: Agosto de 2015).
- SB Chile. *Backtesting para modelos internos de medición de riesgos: Determinación estadística de la Tabla de Permanencia, serie técnica de estudios No. 008*. Enero de 2007. [http://www.sbif.cl/sbifweb/internet/archivos/publicacion\\_5463.pdf](http://www.sbif.cl/sbifweb/internet/archivos/publicacion_5463.pdf) (último acceso: 2015).
- SB. *Libro III.- Título I.- Capítulo I.- Normas para la constitución, registro, organización, funcionamiento y liquidación de los fondos complementarios previsionales cerrados*. 18 de Noviembre de 2014. [http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/normativa/nueva\\_codificacion/todos/L3\\_I\\_cap\\_I.pdf](http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/normativa/nueva_codificacion/todos/L3_I_cap_I.pdf) (último acceso: 20 de Julio de 2015).
- . *Libro III.- Título III.- Capítulo IV.-De la administración del riesgo de inversión en los portafolios administrados por el sistema de seguridad social*. 16 de Enero de 2015. [http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/normativa/nueva\\_codificacion/todos/L3\\_III\\_cap\\_IV.pdf](http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/normativa/nueva_codificacion/todos/L3_III_cap_IV.pdf) (último acceso: 20 de Julio de 2015).
- . *Memoria 2014*. 2015.

- [http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/Memoria\\_2014\\_final.pdf](http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/Memoria_2014_final.pdf) (último acceso: Julio de 2015).
- Superintendencia de Compañías y Valores. *Ley del Mercado de Valores*. 2015. [http://www.bolsadequito.info/uploads/normativa/normativa-del-mercado-de-valores/ley-de-mercado-de-valores/141024195748-4df8d7eda00bdc4ba0e84cd4b59cbe50\\_leyMercadoValores.pdf](http://www.bolsadequito.info/uploads/normativa/normativa-del-mercado-de-valores/ley-de-mercado-de-valores/141024195748-4df8d7eda00bdc4ba0e84cd4b59cbe50_leyMercadoValores.pdf) (último acceso: Julio de 2015).
- Uryasev, Stan. *Conditional Value-at-Risk: Optimization Algorithms and Applications*. 2000. <http://ise.ufl.edu/uryasev> (último acceso: Agosto de 2015).
- . *VaR vs CVaR in Risk Management and Optimization*. 2010. <http://www.ise.ufl.edu/uryasev/publications/> (último acceso: Julio de 2015).



## ANEXO 1

### Evolución de la Tasa Activa, Pasiva e Inflación. Período 2013-2014

Mes	Tasa Activa	Tasa Pasiva	Inflación
ene/2013	8,17	4,53	4,10
feb/2013	8,17	4,53	3,48
mar/2013	8,17	4,53	3,01
abr/2013	8,17	4,53	3,03
may/2013	8,17	4,53	3,01
jun/2013	8,17	4,53	2,68
jul/2013	8,17	4,53	2,39
ago/2013	8,17	4,53	2,27
sep/2013	8,17	4,53	1,71
oct/2013	8,17	4,53	2,04
nov/2013	8,17	4,53	2,30
dic/2013	8,17	4,53	2,70
ene/2014	8,17	4,53	2,92
feb/2014	8,17	4,53	2,85
mar/2014	8,17	4,53	3,11
abr/2014	8,17	4,53	3,23
may/2014	7,64	5,11	3,41
jun/2014	8,19	5,19	3,67
jul/2014	8,21	4,98	4,11
ago/2014	8,16	5,14	4,15
sep/2014	7,86	4,98	4,19
oct/2014	8,34	5,08	3,98
nov/2014	8,13	5,07	3,76
dic/2014	8,19	5,18	3,67
Promedio	8,14	4,72	3,16
Desv. Estándar	0,13	0,27	0,71

Fuente: Banco Central del Ecuador  
Elaboración propia

## ANEXO 2

**TABLA DE AMORTIZACIÓN  
"TERCERA TITULARIZACIÓN DE FLUJOS - AGRIPAC"**

Plazo	4	años	Serie	A			
Flujo anual	4	periodos	Precio	100,00%			
Tasa interés	8,00%		Tasa Efect. Anual	8,24%			
Periodo	Capital	Interés	Amortización	Cuota	Valor Actual	Duración	%
0	1.000,00			(1.000,00)		(1.000,00)	
1	960,00	20,00	40,00	60,00	58,82	14,71	5%
2	920,00	19,20	40,00	59,20	56,90	28,45	5%
3	880,00	18,40	40,00	58,40	55,03	41,27	5%
4	840,00	17,60	40,00	57,60	53,21	53,21	5%
5	800,00	16,80	40,00	56,80	51,45	64,31	5%
6	760,00	16,00	40,00	56,00	49,73	74,59	5%
7	720,00	15,20	40,00	55,20	48,05	84,10	5%
8	680,00	14,40	40,00	54,40	46,43	92,86	5%
9	595,00	13,60	85,00	98,60	82,50	185,63	8%
10	510,00	11,90	85,00	96,90	79,49	198,73	8%
11	425,00	10,20	85,00	95,20	76,57	210,56	8%
12	340,00	8,50	85,00	93,50	73,72	221,17	8%
13	255,00	6,80	85,00	91,80	70,96	230,63	8%
14	170,00	5,10	85,00	90,10	68,28	239,00	8%
15	85,00	3,40	85,00	88,40	65,68	246,31	7%
16	-	1,70	85,00	86,70	63,16	252,63	7%
<b>Total</b>		<b>198,80</b>	<b>1.000,00</b>	<b>1.198,80</b>	<b>1.000,00</b>	<b>2,24 años</b>	<b>100%</b>

Fuente: Prospecto de oferta pública "Tercera titularización de flujos – Agripac". Consultado en Bolsa de Valores de Quito bolsadequito.info  
Elaboración propia

### ANEXO 3

**TABLA DE AMORTIZACIÓN**  
**"CUARTA EMISIÓN DE OBLIGACIONES CONVERTIBLES BANCO PICHINCHA"**

Plazo Flujo anual Tasa de interés	8 años	4 periodos	Serie Precio Tasa Efect. Anual	A			
	4			100,00%			
	9,00%			9,31%			
Periodo	Capital	Interés	Amortización	Cuota	Valor Actual	Duración	%
0	5.000,00			(5.000,00)		(5.000,00)	
1	5.000,00	112,50	-	112,50	110,02	27,51	1%
2	5.000,00	112,50	-	112,50	107,60	53,80	1%
3	5.000,00	112,50	-	112,50	105,24	78,93	1%
4	5.000,00	112,50	-	112,50	102,92	102,92	1%
5	5.000,00	112,50	-	112,50	100,66	125,82	1%
6	5.000,00	112,50	-	112,50	98,44	147,66	1%
7	5.000,00	112,50	-	112,50	96,27	168,48	1%
8	5.000,00	112,50	-	112,50	94,16	188,31	1%
9	5.000,00	112,50	-	112,50	92,08	207,19	1%
10	5.000,00	112,50	-	112,50	90,06	225,14	1%
11	5.000,00	112,50	-	112,50	88,08	242,21	1%
12	5.000,00	112,50	-	112,50	86,14	258,41	1%
13	5.000,00	112,50	-	112,50	84,24	273,79	1%
14	5.000,00	112,50	-	112,50	82,39	288,36	1%
15	5.000,00	112,50	-	112,50	80,58	302,16	1%
16	5.000,00	112,50	-	112,50	78,80	315,21	1%
17	5.000,00	112,50	-	112,50	77,07	327,54	1%
18	5.000,00	112,50	-	112,50	75,37	339,18	1%
19	5.000,00	112,50	-	112,50	73,71	350,14	1%
20	5.000,00	112,50	-	112,50	72,09	360,46	1%
21	5.000,00	112,50	-	112,50	70,51	370,15	1%
22	5.000,00	112,50	-	112,50	68,95	379,25	1%
23	5.000,00	112,50	-	112,50	67,44	387,76	1%
24	5.000,00	112,50	-	112,50	65,95	395,72	1%
25	5.000,00	112,50	-	112,50	64,50	403,13	1%
26	5.000,00	112,50	-	112,50	63,08	410,03	1%
27	5.000,00	112,50	-	112,50	61,69	416,43	1%
28	5.000,00	112,50	-	112,50	60,34	422,36	1%
29	5.000,00	112,50	-	112,50	59,01	427,81	1%
30	5.000,00	112,50	-	112,50	57,71	432,83	1%
31	5.000,00	112,50	-	112,50	56,44	437,41	1%
32	-	112,50	5.000,00	5.112,50	2.508,46	20.067,68	59%
Total		3.600,00	5.000,00	8.600,00	5.000,00	5,79 años	100%

Fuente: Prospecto de oferta pública "Cuarta emisión de Obligaciones Convertibles en Acciones Banco Pichincha". Consultado en Bolsa de Valores de Guayaquil – [www.mundobvg.com](http://www.mundobvg.com)  
 Elaboración propia

## ANEXO 4

**TABLA DE AMORTIZACIÓN**  
**"SEGUNDA EMISIÓN DE OBLIGACIONES CORPORACIÓN EL ROSADO"**

Plazo	5	años	Serie	R			
Flujo anual	4	periodos	Precio	100,00%			
Tasa interés	7,00%		Tasa Efect. Anual	7,19%			
Periodo	Capital	Interés	Amortización	Cuota	Valor Actual	Duración	%
0	20.000,00			(20.000,00)		(20.000,00)	
1	19.000,00	350,00	1.000,00	1.350,00	1.326,78	331,70	6%
2	18.000,00	332,50	1.000,00	1.332,50	1.287,06	643,53	6%
3	17.000,00	315,00	1.000,00	1.315,00	1.248,31	936,23	6%
4	16.000,00	297,50	1.000,00	1.297,50	1.210,51	1.210,51	5%
5	15.000,00	280,00	1.000,00	1.280,00	1.173,65	1.467,06	5%
6	14.000,00	262,50	1.000,00	1.262,50	1.137,69	1.706,54	5%
7	13.000,00	245,00	1.000,00	1.245,00	1.102,63	1.929,60	5%
8	12.000,00	227,50	1.000,00	1.227,50	1.068,43	2.136,86	5%
9	11.000,00	210,00	1.000,00	1.210,00	1.035,08	2.328,94	5%
10	10.000,00	192,50	1.000,00	1.192,50	1.002,57	2.506,42	5%
11	9.000,00	175,00	1.000,00	1.175,00	970,87	2.669,88	5%
12	8.000,00	157,50	1.000,00	1.157,50	939,96	2.819,87	5%
13	7.000,00	140,00	1.000,00	1.140,00	909,82	2.956,93	5%
14	6.000,00	122,50	1.000,00	1.122,50	880,45	3.081,57	5%
15	5.000,00	105,00	1.000,00	1.105,00	851,82	3.194,31	5%
16	4.000,00	87,50	1.000,00	1.087,50	823,91	3.295,63	5%
17	3.000,00	70,00	1.000,00	1.070,00	796,71	3.386,01	5%
18	2.000,00	52,50	1.000,00	1.052,50	770,20	3.465,89	4%
19	1.000,00	35,00	1.000,00	1.035,00	744,37	3.535,74	4%
20	-	17,50	1.000,00	1.017,50	719,19	3.595,97	4%
<b>Total</b>		<b>3.675,00</b>	<b>20.000,00</b>	<b>23.675,00</b>	<b>20.000,00</b>	<b>2,36 años</b>	<b>100%</b>

Fuente: Prospecto de oferta pública "Segunda emisión de Obligaciones Corporación El Rosado".  
Consultado en Bolsa de Valores de Guayaquil – [www.mundobvg.com](http://www.mundobvg.com)  
Elaboración propia

## ANEXO 5

### TABLA DE AMORTIZACIÓN "SEGUNDA TITULARIZACIÓN DE FLUJOS FUTUROS - LA FABRIL"

TABLA DE AMORTIZACIÓN "SEGUNDA TITULARIZACIÓN DE FLUJOS FUTUROS - LA FABRIL"

Plazo	5	años	Serie	R			
Flujo anual	4	periodos	Precio	100,00%			
Tasa interés	7,50%		Tasa Efect. Anual	7,71%			
Periodo	Capital	Interés	Amortización	Cuota	Valor Actual	Duración	%
0	10.000,00			(10.000,00)		(10.000,00)	
1	10.000,00	187,50		187,50	184,05	46,01	1%
2	10.000,00	187,50		187,50	180,66	90,33	1%
3	9.750,00	187,50	250,00	437,50	413,79	310,34	3%
4	9.500,00	182,81	250,00	432,81	401,82	401,82	3%
5	9.250,00	178,13	250,00	428,13	390,15	487,69	3%
6	9.000,00	173,44	250,00	423,44	378,78	568,17	3%
7	8.750,00	168,75	250,00	418,75	367,69	643,46	3%
8	8.500,00	164,06	250,00	414,06	356,88	713,76	3%
9	8.250,00	159,38	250,00	409,38	346,35	779,28	3%
10	8.000,00	154,69	250,00	404,69	336,08	840,20	3%
11	7.750,00	150,00	250,00	400,00	326,07	896,70	3%
12	7.500,00	145,31	250,00	395,31	316,32	948,97	3%
13	7.250,00	140,63	250,00	390,63	306,82	997,16	3%
14	7.000,00	135,94	250,00	385,94	297,56	1.041,45	3%
15	6.750,00	131,25	250,00	381,25	288,53	1.082,00	3%
16	6.500,00	126,56	250,00	376,56	279,74	1.118,96	3%
17	4.875,00	121,88	1.625,00	1.746,88	1.273,83	5.413,79	14%
18	3.250,00	91,41	1.625,00	1.716,41	1.228,58	5.528,60	13%
19	1.625,00	60,94	1.625,00	1.685,94	1.184,56	5.626,65	13%
20	-	30,47	1.625,00	1.655,47	1.141,74	5.708,72	13%
<b>Total</b>		<b>2.878,13</b>	<b>10.000,00</b>	<b>12.878,13</b>	<b>10.000,00</b>	<b>3,32 años</b>	<b>100%</b>

Fuente: Prospecto de oferta pública "Segunda titularización de flujos La Fabril". Consultado en Bolsa de Valores de Guayaquil – [www.mundobvg.com](http://www.mundobvg.com)  
Elaboración propia

## ANEXO 6

**TABLA DE AMORTIZACIÓN**  
**"MINISTERIO DE FINANZAS BONO No. 007"**

Plazo	5	años	Serie	R			
Flujo anual	2	periodos	Precio	100,00%			
Tasa interés	5,07%		Tasa Efect. Anual	5,13%			
Periodo	Capital	Interés	Amortización	Cuota	Valor Actual	Duración	%
0	10.000,00			(10.000,00)		(10.000,00)	
1	10.000,00	253,50		253,50	247,23	123,62	2%
2	10.000,00	253,50		253,50	241,12	241,12	2%
3	10.000,00	253,50		253,50	235,16	352,74	2%
4	10.000,00	253,50		253,50	229,35	458,69	2%
5	10.000,00	253,50		253,50	223,67	559,19	2%
6	10.000,00	253,50		253,50	218,14	654,43	2%
7	10.000,00	253,50		253,50	212,75	744,63	2%
8	10.000,00	253,50		253,50	207,49	829,97	2%
9	10.000,00	253,50		253,50	202,36	910,63	2%
10	-	253,50	10.000,00	10.253,50	7.982,72	39.913,59	82%
<b>Total</b>		<b>2.535,00</b>	<b>10.000,00</b>	<b>12.535,00</b>	<b>10.000,00</b>	<b>4,48 años</b>	<b>100%</b>

Fuente: Ministerio de Finanzas  
 Elaboración propia

## ANEXO 7

### PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV DE LA SERIE DE RENDIMIENTOS DE LOS TÍTULOS VALORES

			A	B	C
N			502	502	502
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media		4,474	10,18	5,522
			686%	6883%	783%
	Desv. Est.		1,976	1,105	1,574
			0383%	8843%	3290%
Máximas diferencias	Absoluta		,269	,284	,131
extremas	Positivo		,269	,284	,111
	Negativo		-,163	-,135	-,131
Estadístico de prueba			,269	,284	,131
Sig. asintótica (bilateral)			,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

			D	E
N			502	502
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media		3,205283%	7,497259
				%
	Desv. Est.		0,7281704%	1,9062421
				%
Máximas diferencias	Absoluta		,196	,152
extremas	Positivo		,196	,126
	Negativo		-,114	-,152
Estadístico de prueba			,196	,152
Sig. asintótica (bilateral)			,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Vectores de precio BVQ  
Elaboración propia (SPSS)